



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA ACADÉMICA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

“Cáscara y ceniza de arroz en la resistencia a compresión y absorción en
ladrillos de concreto, Trujillo, La Libertad, 2018”

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

AUTORES:

Ramos Veintemilla, Carlos Enrique
Solórzano Rodríguez, Gilberh Jampier

ASESOR:

Mg. Marlon Gastón Farfán Córdova

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño Sísmico y Estructural

Perú 2018

DEDICATORIA

En primer lugar, a Dios por permitirnos poco a poco formarnos como profesionales y como seres humanos.

A nuestros padres y familiares; por brindarnos su amor, comprensión y sincero apoyo en esta etapa; por motivarnos a seguir adelante, a pesar de las adversidades.

A nuestros docentes, ya que sin sus enseñanzas y consejos, no hubiera sido posible todo lo logrado hasta ahora.

“El progreso depende de seres que son innovadores, que rechazan los convencionalismos y modelan sus propios mundos” – Dr. Wayne W. Dyer.

Carlos Enrique Ramos Veintemilla
Gilberh Jampier Solórzano Rodríguez

AGRADECIMIENTO

Agradecemos a Dios por darnos salud, y permitir tener una bonita experiencia dentro de la Universidad, conocer amigos y volvernos hermanos. A la Universidad César Vallejo por permitirnos lograr ser profesionales con vocación de servicio y humanistas. A nuestros docentes por inculcarnos siempre con valores, por haber sido parte de este proceso de formación integral - profesional, en especial al Mg. Marlon Gastón Farfán Córdova por la paciencia y el apoyo para desarrollar esta investigación, al Ing. Alex Fabian Díaz Díaz por ayudarnos en la gestión y utilización del Laboratorio de Concreto y Reciclado de la Universidad Nacional de Trujillo y al Ing. Iván Vásquez Alfaro por apoyarnos con los ensayos que requería esta investigación.

Carlos Enrique Ramos Veintemilla

Gilberh Jampier Solórzano Rodríguez

PRESENTACIÓN

Señores miembros del Jurado:

En cumplimiento del Reglamento de Grados y Títulos, de la Universidad César Vallejo de Trujillo, presento ante ustedes la tesis titulada: “CÁSCARA Y CENIZA DE ARROZ EN LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN Y ABSORCIÓN EN LADRILLOS DE CONCRETO, TRUJILLO, LA LIBERTAD, 2018”, con la finalidad de obtener el Título Profesional de Ingeniero Civil.

Agradezco por los aportes y sugerencias brindadas a lo largo del desarrollo del presente estudio y de esta manera realizar una investigación más eficiente. El trabajo mencionado determina la importancia y la influencia que tiene la cáscara y ceniza de arroz como un alternativa de material de construcción, que reemplazará a los agregados, ya que la industria del ladrillo artesanal ha ido creciendo los últimos años, pero sin darse cuenta de la gran contaminación que esto genera; por ello surge la necesidad de elaborar un ladrillo de concreto ecológico a base de cáscara y ceniza de arroz, una nueva alternativa ecológica, ambiental y que cumpla todos los parámetros de la norma.

Carlos Enrique Ramos Veintemilla

Gilberh Jampier Solórzano Rodríguez

ÍNDICE

PÁGINA DEL JURADO	ii
DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTO.....	iv
DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD	v
PRESENTACIÓN	v
RESUMEN	xii
ABSTRACT	xiii
I.- INTRODUCCIÓN	14
1.1. Realidad Problemática.....	14
1.2. Trabajos previos:	15
1.3. Teorías relacionadas al tema:	19
1.4. Formulación del Problema:	51
1.5. Justificación del estudio:	51
1.6. Hipótesis:.....	52
1.7. Objetivos:	53
1.7.1. Objetivo General:	53
1.7.2. Objetivos Específicos:	53
II.- MÉTODO	54
2.1. Diseño de Investigación:	54
2.2. Variables, Operacionalización:	54
2.3. Población y muestra:	56
2.3.1. Población:.....	56
2.3.2. Muestra:.....	56
2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad:	58
2.4.1. Técnicas:.....	58
2.4.2. Instrumentos:.....	58
2.4.3. Validez y Confiabilidad:	58
2.5. Métodos de análisis de datos:	59
2.6. Aspectos éticos:.....	59
III.- RESULTADOS	60
3.1. Composición física y química de la cáscara y ceniza de arroz:	60
3.2. Ensayos de los agregados:.....	66
3.3. Dosificación de la mezcla de concreto:.....	72
3.4. Resistencia a compresión de los ladrillos de concreto:	84

3.5. Absorción (%) de los ladrillos de concreto:	89
3.6. Variabilidad dimensional, alabeo, eflorescencia y peso de los ladrillos de concreto:.....	94
3.7. Análisis de precios de los ladrillos de concreto:	102
3.8. Verificación de la hipótesis del proyecto:	105
IV.- DISCUSIÓN	106
V.- CONCLUSIONES	114
VI.- RECOMENDACIONES	116
REFERENCIAS	117
ANEXOS	126

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 2. Valores de los compuesto físicos de la cascarilla de arroz en el Perú.....	23
Cuadro 4. Composición Química de la Cascarilla de Arroz.....	23
Cuadro 6. Estudios Sobre Alternativas de uso de Cáscara de Arroz.....	25
Cuadro 7. Composición Química de la Ceniza de Cascarilla de Arroz.....	27
Cuadro 9. Composición Física de la Ceniza de Cascarilla de Arroz.....	28
Cuadro 12. Requisitos de resistencia y absorción.....	45
Cuadro 13. Clase de unidad de albañilería para fines Estructurales.....	53
Cuadro 14. Limitaciones en el uso de la unidad de albañilería para fines estructurales.....	54
Cuadro 15. Matriz de Operacionalización de variables.....	58
Cuadro 16. Población y muestra.....	60
Cuadro 18. Peso unitario de la cáscara de arroz.....	63
Cuadro 19. Peso unitario de la ceniza de cáscara de arroz.....	64
Cuadro 20. Absorción de la cáscara de arroz.....	65
Cuadro 21. Composición química de la Cáscara de Arroz.....	66
Cuadro 22. Composición química de la Ceniza de Cáscara de Arroz.....	67
Cuadro 23. Análisis granulométrico del agregado.....	68
Cuadro 24. Contenido de humedad del agregado.....	69
Cuadro 25. Peso unitario del agregado.....	70
Cuadro 26. Peso específico y absorción del agregado.....	71
Cuadro 27. Resumen de las características físicas del agregado fino.....	72
Cuadro 28. Características Técnicas de los Bloques y Ladrillos de cemento Pacasmayo.....	73
Cuadro 29. Porcentaje de Desperdicio.....	74
Cuadro 30. Proporciones usualmente Utilizadas en construcciones - cantidad de materiales por m ³ de concreto.....	77
Cuadro 31. Prueba de Normalidad de la Resistencia a Compresión.....	84
Cuadro 32. Análisis estadístico comparativo de medias (ANOVA de un factor).....	84
Cuadro 33. Análisis descriptivo de medias de la resistencia a compresión.....	85
Cuadro 34. Ensayo de resistencia a compresión seleccionados según norma.....	86
Cuadro 35. Comparación porcentual de variación de la resistencia a compresión.....	88

Cuadro 36. Prueba de Normalidad de la Absorción.....	89
Cuadro 37. Análisis estadístico comparativo de medias (ANOVA de un factor).....	89
Cuadro 38. Análisis descriptivo de medias de la absorción.....	90
Cuadro 39. Ensayo de absorción seleccionados según norma.....	91
Cuadro 40. Comparación porcentual de variación de la absorción.....	93
Cuadro 41. Ensayo de variabilidad dimensional seleccionados según norma.....	94
Cuadro 42. Ensayo de alabeo seleccionados según norma.....	97
Cuadro 43. Ensayo de eflorescencia seleccionados según norma.....	99
Cuadro 44. Ensayo de peso seleccionados según norma.....	100
Cuadro 45. Precio de un millar de ladrillos con 0% de CA y CCA.....	102
Cuadro 46. Precio de un millar de ladrillos con 5% de CA y CCA.....	102
Cuadro 47. Precio de un millar de ladrillos con 10% de CA y CCA.....	103
Cuadro 48. Precio de un millar de ladrillos con 15% de CA y CCA.....	103
Cuadro 49. Precio de un millar por tipos de ladrillos.....	104
Cuadro 50. Clasificación de los ladrillos de concreto según E070 y NTP 399.601...	105

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 11. Composición Física – Química del Cemento EXTRAFORTE – Tipo ICo.....	33
Figura 12. Ladrillo ecológico.....	35
Figura 13. Plantas de Concreto Premezclado.....	37
Figura 14. Concreto transportado en mixer.....	37
Figura 15. Concreto bombeado.....	38
Figura 16. Operario aplicando concreto lanzado.....	39
Figura 17. Operario inyectando concreto.....	40
Figura 21. Curva Granulométrica del agregado según ASTM C33.....	68
Figura 22. El curado y secado del ladrillo con el 0% de CA y CCA.....	82
Figura 23. El curado y secado del ladrillo con el 5% de CA y CCA.....	82
Figura 24. El curado y secado del ladrillo con el 10% de CA y CCA.....	83
Figura 25. El curado y secado del ladrillo con el 15% de CA y CCA.....	83
Figura 26. Valores mínimos, promedios y máximos de la resistencia a compresión de los ladrillos de concreto, del grupo 1 o patrón, grupo 2, grupo 3 y grupo 4.....	87
Figura 28. Valores mínimos, promedios y máximos de la absorción de los ladrillos de concreto, del grupo 1 o patrón, grupo 2, grupo 3 y grupo 4.....	92
Figura 30. Valores de variabilidad dimensional de los ladrillos de concreto, del grupo 1 o patrón, grupo 2, grupo 3 y grupo 4, y del fabricante.....	95
Figura 31. Valores de coeficientes de variación de los ladrillos de concreto, del grupo 1 o patrón, grupo 2, grupo 3 y grupo 4, en función a la norma.....	96
Figura 33. Valores de alabeo de los ladrillos de concreto, del grupo 1 o patrón, grupo 2, grupo 3 y grupo 4, en función a la norma.....	98
Figura 36. Valores de peso de los ladrillos de concreto, del grupo 1 o patrón, grupo 2, grupo 3 y grupo 4.....	101
Figura 38. Comparación de precios por tipos de ladrillos.....	104

RESUMEN

El presente estudio tiene como objetivo evaluar el efecto de la cáscara y ceniza de arroz en la resistencia a la compresión y absorción en ladrillos de concreto. Se diferencian en 4 grupos: grupo patrón o 1 (0% CA y CCA), grupo 2 (5% CA y CCA), grupo 3 (10% CA y CCA) y grupo 4 (15% CA y CCA). Realizamos un análisis fisicoquímico de la cáscara y la ceniza para conocer sus componentes, y ensayos a los agregados en el laboratorio como: granulometría, peso unitario suelto y compactado, peso específico, absorción y contenido de humedad, teniendo en cuenta las normas técnicas ASTM y NTP. Para los ensayos se determinaron en 4 grupos con un total de 60 ladrillos, los cuales se dividen: 20 ladrillos para el ensayo de resistencia a compresión, 20 ladrillos para el ensayo de absorción y 20 ladrillos para los ensayos complementarios (Variabilidad dimensional, alabeo, eflorescencia y peso) a la edad de 28 días. La resistencia de diseño es 175 kg/cm² y la dosificación en volumen es 1:2.5:2.5. El ladrillo que obtuvo mayor resistencia a compresión de los 4 grupos es el grupo patrón (0% CA y CCA) con 178.73 kg/cm², y el ladrillo con la adición de CA y CCA que obtuvo mayor resistencia a compresión es el grupo 3 (10% CA y CCA) con 152.44 kg/cm²; el que obtuvo menor absorción de los 4 grupos es el grupo patrón (0% CA y CCA) con 4.00%, el ladrillo con la adición de CA y CCA que obtuvo menor absorción es el grupo 3 (10% CA y CCA) con 4.46%. Se concluye que la adición de cáscara y ceniza de arroz cumplen con el mínimo de la norma, pero no aumenta la resistencia a compresión con respecto al patrón. Sin embargo sí aumenta la absorción en ladrillos de concreto.

Palabras clave: Cáscara de Arroz, Ceniza de la Cáscara de Arroz, ladrillos de concreto, resistencia a compresión, absorción.

ABSTRACT

The present study aims to evaluate the effect of husk and rice ash in the resistance to compression and absorption in concrete bricks. They are differentiated into 4 groups: standard group or 1 (0% CA and CCA), group 2 (5% CA and CCA), group 3 (10% CA and CCA) and group 4 (15% CA and CCA). We made a physicochemical analysis of the husk and rice ash to know its components, and tests to the aggregates in the laboratory as: granulometry, single unit weight and compacted, specific weight, absorption and moisture content, considering the technical rules ASTM and NTP. For the tests it was determined in 4 groups with a total of 60 bricks, which are divided: 20 bricks for the compression strength test, 20 bricks for the absorption test and 20 bricks for the complementary tests (Dimensional variability, warping, efflorescence and weight) at the age of 28 days. The design resistance is 175 kg / cm² and the volumetric dosage is 1: 2.5: 2.5. The brick that obtained the highest resistance to compression of the 4 groups is the standard group (0% CA and CCA) with 178.73 kg / cm², and the brick with the addition of CA and CCA that obtained the highest resistance to compression is group 3 (10% CA and CCA) with 152.44 kg / cm²; the one that obtained the least absorption of the 4 groups is the standard group (0% CA and CCA) with 4.00%, the brick with the addition of CA and CCA that obtained the least absorption is group 3 (10% CA and CCA) with 4.46 %. In conclusion the addition of husk and rice ash comply with the minimum rule, but does not increase the compressive strength with respect to the standard. However increases the absorption in concrete bricks.

Key words: Rice husk, Rice husk ash, concrete bricks, compressive strength, absorption.

I.- INTRODUCCIÓN

1.1. Realidad Problemática

En la última década se ha incrementado considerablemente el índice de contaminación ambiental en el departamento La Libertad; debido a la elaboración masiva de ladrillos por 32 ladrilleras ubicadas en los distritos de Huanchaco, La Esperanza, Laredo, Moche, Florencia de Mora, El Porvenir y Trujillo originado por el crecimiento desmesurado de la población que obliga la construcción de más viviendas y el boom inmobiliario del crecimiento vertical en la construcción civil. (Andrade y Álvarez, 2009). Asimismo, estos ladrillos generan un impacto de la emisión de humos procedentes de hornos en la etapa de cocción ocasionando efectos directos e indirectos sobre la salud humana, la flora, la fauna y el clima. Además, es indispensable mencionar el uso de llantas provenientes del parque automotor para la etapa de encendido y aceites de automóviles para la cocción de ladrillos que originan más dióxido de carbono perjudicando el sistema respiratorio de las personas que viven aledañas a las fábricas artesanales.

Es necesario mencionar que la explotación de las canteras, producen excavaciones afectando la estructura y configuración del terreno, ocasionando deforestación; por este motivo es importante la elaboración de ladrillos que contribuyan a disminuir potencialmente esto. También, es indispensable que estos ladrillos tengan los parámetros establecidos en el Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE) para su uso permitido en las construcciones y de esta forma aprovecharse lo máximo posible por el bienestar de la salud en las personas dándoles una mejor calidad de vida no solo en la vivienda sino también cuidado el medio ambiente.

Teniendo en cuenta lo mencionado anteriormente; surge la necesidad de masificar la elaboración de ladrillos ecológicos que contengan cáscara y ceniza del arroz debido al aporte que brinda por ser fibra y su coeficiente de conductividad térmica, permite utilizarlo como aislamiento térmico para uso en las viviendas, puesto que de esta forma ayudamos a un menor perjuicio para la naturaleza. Asimismo, esta cascarilla se puede adquirir fácilmente en el distrito de Guadalupe porque es donde se cosecha la producción de arroz para todo el norte del Perú y permite obtener distintas calidades de la misma, por lo cual su precio puede variar entre 5 a 10 soles el kilo. (Andrade y Álvarez, 2009).

Finalmente, la fabricación de estos ladrillos necesita menos energía, y la reutilización de otros materiales, permitiendo mejor costo en su elaboración que los convencionales y son mejores aislantes de temperaturas frías y calurosas, permitiendo gastar menos electricidad en las viviendas. Además, mayor durabilidad ya que puede ser hasta seis veces más resistente y no requiere mano de obra especializada solo cumplir con lo establecido en el RNE y existen investigaciones en donde este material ha sido utilizado para un prototipo de hueso yunque demostrando sin lugar a duda el gran porcentaje de fibra que presenta por sus magníficas propiedades naturales como son: fibra, ligninas, proteínas y extracto no nitrogenado.

1.2. Trabajos previos:

Quispe (2018), en su estudio titulado “Evaluación de la resistencia a la compresión del concreto con sustitución parcial del cemento por ceniza de cascara de arroz en la Zona Altiplánica”, tuvo como objetivo hallar la variación de la resistencia a la compresión del concreto añadiendo ceniza de cascara de arroz en la zona altiplánica; con el fin de encontrar el porcentaje adecuado de resistencia y costo. Realizó 13 especímenes de concreto $f'c=210$ kg/cm² y 117 especímenes de concreto $f'c=210$ kg/cm² con diferentes proporciones de ceniza de cascara de arroz, para posteriormente hacer los ensayos a los 14, 28 y 56 días de curado. Obtuvo como resultado que la ceniza de cáscara de arroz mejora la resistencia a la compresión en un 1,47% y 4,96% a los 28 días de curado cuando se realiza 95% Cáscara de Arroz (CA) +5% Ceniza de Cáscara de Arroz (CCA) y 90%CA+10%CCA, además el costo disminuye en 1.41% y 2.82%. Concluyó, que el porcentaje adecuado es añadiendo el 10% de ceniza de cáscara por cemento, en un concreto $f'c=210$ kg/cm² a los 28 días de curado, el cual mejora la resistencia a compresión en un 4.96%.

Jaime et al (2018), en su estudio titulado “Influencia de la cascarilla y ceniza de cascarilla de arroz sobre la resistencia a la compresión de un concreto no estructural, Trujillo 2018”, tuvieron como objetivo ver el comportamiento que genera realizar un concreto con cascarilla de arroz y la ceniza de cascarilla de arroz. Realizaron ensayos de asentamiento en el concreto fresco y resistencia a compresión en probetas cilíndricas, sustituyendo el cemento por ceniza y cascara de arroz en 8%, 12% y 16%;

para ello utilizaron las normas ASTM y NTP. Obtuvieron como resultado 231 kg/cm², 203 Kg/cm² y 182 Kg/cm² al añadir la ceniza de cascarilla de arroz, la cual supera la resistencia de la probeta control que es de 184 kg/cm², caso contrario de las probetas la cual se añadieron cascara de arroz, que tienen una resistencia de 119 kg/cm², 57 kg/cm² y 34 kg/cm². Concluyeron, que la proporción adecuada es la de 8%, como reemplazante del cemento, la cual obtuvo una resistencia de 231 kg/cm².

Muñoz (2017), en su estudio titulado “Resistencia característica a compresión axial de ladrillo de concreto al incorporar ceniza de cáscara de arroz”, tuvo como objetivo realizar ladrillos de concreto con ceniza de cáscara de arroz para posteriormente determinar su resistencia a compresión axial. Realizó análisis granulométrico, contenido de humedad, absorción, gravedad específica, peso unitario, entre otros, al agregado grueso (confitillo) y agregado fino, para posteriormente realizar el ensayo de compresión axial a los ladrillos patrón y los ladrillos con ceniza de cáscara de arroz. Obtuvo como resultado 9.49% de humedad del agregado fino, 4.55% de humedad del agregado grueso, el peso específico y absorción del agregado fino fueron 2.57 gr/cm y 2.17% respectivamente, el peso específico y absorción para el confitillo fueron de 2.51 gr/cm y 2.67%. Concluyó que al hacer ladrillos con ceniza de cáscara de arroz, se mejora la resistencia a compresión axial hasta en un 19.74%.

Linarez (2015), en su estudio titulado “Elaboración de ladrillos ecológicos a partir de residuos agrícolas (cáscara y ceniza de arroz), como material sostenible para la construcción. Iquitos - Loreto – 2014”, tuvo como objetivo realizar ladrillos ecológicos de carácter puzolánico mediante la adición de residuos originados del cultivo del arroz, y con reducido coste energético y económico. Realizó evaluaciones de los elementos constructivos y de las posibles fallas que se podían generar en el proceso de elaboración, llevando a cabo ensayos normalizados en laboratorios con el propósito de fijar las propiedades físicas – mecánicas, para finalmente comparar económicamente los elementos constructivos. Obtuvo como resultado que el ladrillo presentó 10.7% de humedad y una clasificación tipo: 85% cemento; 10% CA, 5% CCA, (5.00 Kg cemento; 3.5 Kg CA, 1.50 Kg CCA). Concluyó que el contenido de cascarilla de arroz en los ladrillos crea pequeños poros dentro de éstos en donde

circula aire, produciendo procesos de evaporación y por consiguiente un incremento de humedad.

Fuentes et al (2015), en su estudio titulado “Residuos agroindustriales como adiciones en la elaboración de bloques de concreto no estructural”, tuvieron como objetivo obtener el porcentaje adecuado de adición residual para la fabricación de bloques de construcción como una opción sustentable. Realizaron bloques ecológicos con medidas (dimensiones) comerciales a nivel industrial, donde se modificó el porcentaje de la utilización del cemento con la cascarilla de arroz, la ceniza de la cascarilla de arroz y la ceniza volante, en 10%, 15% y 20%, sosteniendo firme las proporciones de agua y arena de la mezcla del bloque. Obtuvieron como resultado, 0.585 MPa, 0.743 MPa y 0.956 MPa para cascarilla y cenizas de arroz en los ensayos a la resistencia a compresión, a los 7, 28 y 45 días de curado. Concluyeron, que adición de 15 % de ceniza de centrales térmicas a los 28 días de curado, es el porcentaje adecuado, como una sustitución del cemento portland en ladrillos (bloques) de concreto, además que muestran una gran conducta con respecto a la resistencia a la compresión y a la tensión.

Loayza (2014), en su estudio titulado "Efecto de la ceniza de cáscara de arroz sobre la resistencia a la compresión del concreto normal", tuvo como objetivo hallar el efecto de la incorporación de ceniza de cáscara de arroz sobre la resistencia a la compresión de un concreto convencional. Realizó un análisis para contrastar el concreto patrón contra un concreto con la adición de ceniza de cáscara de arroz en 5%, 10%, 15% y 20%, cuyo fin fue hallar el porcentaje adecuado que garantice la máxima resistencia. Obtuvieron como resultado, patrones de 57.64 kg/cm², 77.29 kg/cm², 96.68 kg/cm² y 76.20 kg/cm² cuando se incorporan 5%, 10%, 15%, y 20%. Por lo tanto, concluyó, que la ceniza de la cascara de arroz tiene eficiencia y eficacia de aumentar la propiedad de resistencia a la compresión del concreto en sus distintas edades de curado y que el porcentaje adecuado, asegura la máxima resistencia, es cuando se adiciona el 15% de ceniza de cáscara de arroz, produciendo un 34% de aumento de la resistencia a la compresión.

Mattey et al (2013), en su estudio titulado “Influencia del mezclado en dos etapas en la fabricación de ladrillos de mampostería con ceniza de cascarilla de arroz como agregado fino”, tuvieron como objetivo evaluar las cenizas de la cascara de arroz como reemplazante parcial de arena y cemento en la fabricación de bloques de concreto para reducir los costos de producción por bloque. Realizaron un estudio sobre la resistencia a la compresión del ladrillo de concreto con ceniza de cascarilla de arroz; analizaron las propiedades físicas y químicas del cemento y de las cenizas de cascarilla de arroz. Obtuvieron como resultado, que la incorporación del 20% de la ceniza de cascara de arroz, ejerciendo como relleno y puzolana, es la composición adecuada para la fabricación de bloques. Concluyeron, que usando la ceniza de la cascarilla del arroz reduce un 20%, la cantidad de cemento para poder obtener una semejante resistencia a 28 días de curado.

Serrano et al (2013), en su estudio titulado “Morteros aligerados con cascarilla de arroz: diseño de mezclas y evaluación de propiedades”, tuvieron como objetivo la elaboración de morteros ligeros con cáscara de arroz, que tengan unos tiempos de fraguado y resistencias mecánicas aceptables. Estudiaron diversos pre tratamientos de la cascarilla, así como ensayos con cáscara sin moler y con el uso de cáscara molida, además realizaron un análisis micro estructural. Obtuvieron como resultado morteros ligeros con densidades entre 1.1-1.3 g/cm³, que tienen resistencias mecánicas entre 2 y 4 MPa. Por lo tanto, concluyeron, que el tratamiento químico de la cascara de arroz con reactivos alcalinos y la inclusión de cloruro cálcico como un acelerante en el fraguado, son dos alternativas efectivas para reusar estos residuos en morteros aligerados.

Cabo (2013), en su estudio titulado “Ladrillo ecológico como material sostenible para la construcción”, tuvo como objetivo el realizar ladrillos ecológicos de carácter puzolánico con adiciones de residuos provenientes del cultivo del arroz, y con reducido coste energético y económico. Realizó 4 fases experimentales, donde en cada fase agregó un nuevo aditivo a la muestra, además ejecutó la prueba de resistencia a compresión, el ensayo de absorción y el ensayo de heladicidad (congelamiento). Obtuvo como resultado que la incorporación de cenizas a la mezcla se puede disminuir en un 10% el aditivo cementante, reduciendo un 1.1% de

absorción en el cemento, y un 1.5% menos en la cal hidráulica, además la mejor composición resultante del ensayo de absorción es la de 8% de cenizas ya que tiene una menor capacidad de absorción. Concluyó, que el ladrillo puzolánico ecológico sin cocción, aumenta su valorización sostenible – ecológica al tener como elementos del mismo, aditivos ecológicos y respetuosos con el ambiente, aún más por la conservación energética que se genera en el proceso de su elaboración.

Chur (2013), en su estudio titulado “Evaluación del uso de la cascarilla de arroz como agregado orgánico en morteros de mampostería”, tuvo como objetivo fijar el nivel correcto para utilizar residuos agrícolas, como la cascarilla de arroz, en los morteros de mampostería sin reducir su resistencia. Realizó ensayos para obtener las propiedades mecánicas de la cascarilla de arroz como agregado orgánico y elaboró morteros con distintas proporciones de cáscara según los pasos y determinaciones de las normas técnicas aplicables. Concluyó, que a más proporción de cascarilla de arroz, las propiedades mecánicas de los morteros se reducen y la utilización de la cascarilla de arroz como compuesto orgánico aporta al aislamiento térmico de los morteros.

1.3. Teorías relacionadas al tema:

1.3.1. Cáscara de arroz:

La cáscara del arroz es una fibra que cubre al arroz para protegerlo del ambiente, la longitud de este varía entre 5 y 11 mm. Una de sus propiedades es que altamente abrasivas, 6 en la escala Mohs en estado natural (Castrillón y Castrillón, 2011, párr. 7). El arroz es una semilla de color blanco amarillento de muchas variedades en todo el mundo, este cereal es el segundo, después del maíz, en producirse a nivel mundial. En el Anexo 1 (Figura 1) presentamos una imagen del arroz, según el Ministerio de Agricultura y Riego (MINAGRI) – Sistema de Información de Abastecimiento y Precios 2018. (SISAP-2018)

El cultivo del arroz empieza hace aproximadamente 100 años, en regiones como el Sudeste Asiático y China Continental, es probable que en la India es donde se cultiva por primera vez debido a sus arroces silvestres. Es el alimento básico de 17 países del continente americano y asiático, 8 países de continente africano, 7 países de América Latina y del Caribe y 1 del Cercano Oriente. Ingresó en el Perú por los españoles en la segunda mitad del S. XVI, en los valles costeros del sur del país (MINAGRI, 2015, párr. 1). En el Anexo 2 (Figura 2) observamos a la Producción de Arroz por Regiones (enero – marzo 2018), según el MINAGRI 2018.

En el Anexo 3 (Cuadro 1) detallamos los precios en nuevos soles del arroz, según MINAGRI – SISAP 2018. En el Anexo 4 (Figura 3) tenemos en cuenta el ingreso de arroz a la Asociación de Productores Agrícolas Mercado de Santa Anita (APAMSA), según procedencia, último 30 días (t), según MINAGRI – SISAP 2018. En el Anexo 5 (Figura 4) se detalla los precios del arroz en principales zonas productoras de arroz del Perú, según MINAGRI – SISAP 2018.

La cáscara de arroz y su transformación de sus propiedades físico-mecánicas se da en un estado de temperatura de aproximadamente 750 °C, eso garantiza su característica altamente térmica (Castrillón y Castrillón, 2011, párr. 7). En el Anexo 6 (Figura 5) mostramos una imagen de la cáscara del arroz.

Composición:

La cascarilla de arroz [...] estructurado por tres polímeros: lignina, celulosa y hemicelulosa. La celulosa es un compuesto polimérico lineal de unidades anhidroglucosa su estructura es: (C₆ H₁₀ O₅). Hemicelulosa es un polímero mixto conformado por pentosas y hexosas. Lignina es un polímero irregular de unidades fenilpropano. (Huaraz, 2013, p. 6).

Composición Física de la cáscara del arroz:

La composición se refiere al contenido de cenizas, contenido de humedad, material volátil, etc. para eso se utiliza un horno que se le va aumentando la temperatura para verificar la pérdida del peso de la cáscara del arroz. Otro componente físico de la cáscara del arroz es el poder calorífico que es la cantidad de energía que el material libera al momento de una reacción química. (Huaraz, 2013, p. 7).

En el Cuadro 2 detallamos los datos de los compuestos físicos de la cascarilla de arroz en el Perú., según Huaraz. (2013, p. 13).

Cuadro 2. Valores de los compuesto físicos de la cascarilla de arroz en el Perú.

Parámetros	Valores
Humedad	10.44%
Materia Volátil	57.77%
Contenido de cenizas	17.51%
Carbono fijo	14.27%
Total	100%
Poder calorífico	12 924.38 kJ/kg

Fuente: Carlos Yi Huaraz Choi. (2013).

Y en el Anexo 7 (Cuadro 3) observamos las propiedades físicas de la cáscara de arroz de Perú y Argentina, según Chur. (2010, p. 48).

Composición Química de la cáscara del arroz:

La composición química se refiere a la estructura química como: (nitrógeno, hidrógeno, oxígeno, carbono, etc.), para conseguir la composición químicas de la cascara del arroz se debe hacer un análisis elemental (Huaraz, 2013, p. 13). En el Cuadro 4 detallamos la composición química de la Cascarilla de Arroz, según componentes en porcentajes; según Varón. (2005, p.130).

Cuadro 4. Composición Química de la Cascarilla de Arroz.

CASCARILLA DE ARROZ	
Componente	%
Carbono	39.1
Hidrógeno	5.2
Nitrógeno	0.6
Oxígeno	37.2
Azufre	0.1
Cenizas	17.8
Total	100.0 %

Fuente: Javier Varón Cemargo. (2005).

En el Anexo 8 (Cuadro 5) detallamos la composición de la cascarilla de arroz en diferentes lugares del mundo, según Huaraz. (2013, p. 15).

Principales características:

La cáscara del arroz tiene una estructura muy quebradiza, su color varía dependiendo del tipo de semilla que se siembra. El peso específico (γ) es aproximadamente 125 kg/ m³ (Prada y Cortés, 2010, p. 156). Se caracteriza por tener baja densidad, por su fácil trabajabilidad, ser altamente resonante (acústico) y ser aportante de fibra. No es inflamable y no produce gases en estado de combustión. Entre las ventajas que tiene como material de construcción: alto contenido de sílice de las cenizas (90%), alto contenido de cenizas (\pm 20%), estructura física de la sílice, disponible todo el año, retiene la humedad, con poco peso (liviano) y abrasivo (Chur, 2010, pp. 11 - 12).

Usos:

Los usos que se le da a la cáscara del arroz debido a sus componentes y la cantidad que sale de todas las ciudades arroceras del país son muy grande. Se utilizan en muchas áreas de la ciencia, la ingeniería, ganado, etc. En el Cuadro 6 identificamos algunos usos de la cáscara del arroz, según Prada y Cortés. (2010).

Cuadro 6. Estudios Sobre Alternativas de uso de Cáscara de Arroz.

A. Obtención de etanol por vía fermentativa.
B. Tostado para su uso como sustrato en el cultivo de flores.
C. Generación de energía (ladrilleras; secado de arroz y cereales).
D. Combustión controlada para su uso como sustrato en cultivos hidropónicos.
E. Obtención de concreto, cemento y cerámicas.
F. Aprovechamiento de la cascarilla de arroz en compostaje y como lecho filtrante para aguas residuales.
G. Obtención de materiales absorbentes.
H. Fuente de sustancias químicas (Carboximetilcelulosa de sodio, dióxido de SiO ₂ , Nitruro de silicio; furfural).
I. Producción de aglomerados (tableros).
J. Material aislante en construcción.
k. Cama en avicultura, porcicultura y en transporte de ganado.
L. Cenizas en cultivos (Frutas).

Fuente: Abelardo Prada y Carrol Cortés. (2010).

Los usos que le dan a este material es para alimento al ganado vacuno debido a su alto contenido de fibra; utilizándose como una alternativa de suplemento alimenticio. El cultivar arroz tiene su beneficio, ya que este genera residuos denominado cáscara o cascarilla que se aprovecha aproximadamente el 5%. Es de mucha importancia utilizar este material para evitar la contaminación, se puede utilizar como:

Combustible: Tiene parecido poder calorífico como el de la madera, u otros residuos agrícolas que hasta se ha considerado utilizarlo como uso doméstico. Se han implementado cocinas – hornos que utiliza la cáscara del arroz como combustible lo cual tiene mejor rendimiento, además, este después de quemarse se puede utilizar como aditivo en la construcción.

Abono: Debido a su composición físico – química, en China se utiliza como compost (abono).

Adición mineral en concreto y morteros convencionales: El uso de adiciones minerales como la cáscara de arroz, que puede contribuir a fortalecer la estructura del concreto en estado fresco y ya endurecido,

disminuyendo su capacidad de ser permeable e aumentando sus propiedades mecánicas. (Chur, 2010, p. 13).

Agregado orgánico en concretos y morteros convencionales: La utilización de la cáscara de arroz en las mezclas de concreto y mortero aporta mayor durabilidad a estos, además, permitiendo desarrollar una mezcla con menor costo y no requiere mano especializada para la dosificación de la misma.

Un uso que puede ser doblemente importante es utilizarlo para absorber cromo hexavalente, que es utilizado muchas veces en la industria y muy propensa a que pueda perjudicar el medio ambiente, además es común encontrarlo en el agua, el suelo, etc. (Fernández et al., 2012, p. 4).

1.3.2. Ceniza de cáscara de arroz:

La ceniza de la cáscara del arroz o Rice Husk Ash (RHA), es producto de quemar la cáscara de arroz. La cáscara de arroz se coloca en calderas para ser calcinadas a aproximadamente 1000 °C y así obtener la ceniza que se vende y utiliza de muchas maneras. La ceniza es un residuo que se genera a nivel mundial, cada año la producción de ceniza exige un problema de almacenamiento, ya que tiene un grado alto de impacto ambiental negativo.

En el Anexo 9 (Figura 6) detallamos una imagen de la ceniza de la cáscara del arroz, según la Universidad Nacional de Colombia.

Composición:

La ceniza de la cáscara de arroz tiene componentes físicos – químicos, al igual que la cáscara de arroz son aprovechados, uno por ser material puzolánico y el otro por alto contenido de fibra. En el Cuadro 7 presentamos la Composición Química de la Ceniza de Cascarilla de Arroz, según Varón. (2005, p.130).

Cuadro 7. Composición Química de la Ceniza de Cascarilla de Arroz.

CENIZA DE CASCARILLA DE ARROZ	
Componente	%
Ceniza de Sílice (SiO ₂)	94.1
Oxido de Calcio (CaO)	0.55
Oxido de magnesio (MgO)	0.95
Oxido de Potasio (K ₂ O)	2.10
Oxido de Sodio (Na ₂ O)	0.11
Sulfato	0.06
Cloro	0.05
Oxido de titanio (TiO ₂)	0.05
Oxido de Aluminio (Al ₂ O ₃)	0.12
Otros Componentes (P ₂ O ₅ F ₂ O ₃)	1.82
Total	100.0

Fuente: Javier

Varón Camargo. (2005).

En el Anexo 10 (Cuadro 8) vemos la caracterización química de la ceniza según Camargo e Higuera. (2016).

En el Cuadro 9 presentamos la Composición Física de la Ceniza de Cascarilla de Arroz, según Águila y Sosa. (2008).

Cuadro 9. Composición Física de la Ceniza de Cascarilla de Arroz.

Descripción	Cenizas		
	Cascarilla de Arroz	Hoja de Maíz	Bagazo de Caña
Propiedades físicas			
Gravedad Específica	1.80	1.91	1.45
Superficie Específica (cm²/g)	9.487	6.328	2.693
Finura (% pasa 325)	86.74	87.29	77.24

Fuente: Idalberto Águila y Milena Sosa. (2008).

En el Anexo 11 (Cuadro 10) mostramos otra physical characterization of RHA, según Van et al. (2018).

Principales características:

Según, el sitio web Rice Husk informa que el tamaño de las partículas figura segundo entre sus propiedades más útiles. Los polvos RHA normalmente miden aproximadamente 25 micrones, lo que supone una proporción de muy alta área superficial a volumen, y lo que lo hace un excelente absorbente de derrames de petróleo y químicos.

Una de las características de este material es que es resistente al agua, no absorbe agua por lo que se utiliza como aditivo impermeabilizante, ya que reduce la absorción de agua aproximadamente 60% según el sitio web Rice Husk Ash, al agregarse a los selladores o pinturas.

Otra característica de la ceniza de la cáscara de arroz es la resistencia al calor se han realizado estudios donde han llegado a la conclusión que es altamente resistente al calor, incluso es usado para construcciones de plantas nucleares (Andrews, 2017, párr. 3-5).

Usos:

Los usos que se le da a la ceniza de la cáscara del arroz son muchas, una de ellas es como fertilizantes de cultivos. Incluso hay estudios que lo han utilizado como un fertilizante natural y así evitar la contaminación que genera los fertilizantes químicos, además, logran cosechas de alto rendimiento y de calidad.

Otro uso que se le está dando es como un aditivo puzolánico en morteros y concretos, así contribuir a sus propiedades físicas y mecánicas dentro de la construcción, hay muchas investigaciones que han llegado a la conclusión de que mejora los morteros y el concreto; además se ha estado investigando sobre todo aquí en Perú en ladrillos de concreto que hace unos años solo eran prototipos, ahora se está desarrollando nuevas tendencias para que sea vendido, para reducir la contaminación y aportar al beneficio de la sociedad.

En el Anexo 12 (Figura 7) mostramos Photograph of rice husk ash furnace, según Ramezaniapour et al. (2009).

1.3.3. Cal hidratada:

La cal hidratada o hidróxido de calcio es un compuesto inorgánico con fórmula $[\text{Ca}(\text{OH})_2]$, que se obtiene de hidratar óxido de calcio conocida como cal viva, en equipos llamados hidratadores. Por otro lado, la cal se una sustancia alcalina con formula (CaO) , de color blanco, al tener al contacto con el agua se puede hidratar o apagar. La piedra caliza o carbonato de calcio de la cual se obtiene la cal, mediante un proceso de calentado, es un tipo de roca sedimentaria.

En el Anexo 13 (Figura 8) presentamos una imagen de la cal hidratada o hidróxido de calcio, según “Todo para construcción”.

Composición:

En el Anexo 9 (Figura 9) detallamos la estructura molecular de la cal o hidróxido de calcio, según Cajal. (2017).

Propiedades físicas:

Una de las características físicas es su densidad de 2211 kg/m^3 o 2.211 g/cm^3 , masa molar de 74.093 g/mol , punto de descomposición de 653 K ($380 \text{ }^\circ\text{C}$) y su estructura cristalina es hexagonal. (Enciclopedia libre Wikipedia. La Unión Internacional de Química Pura y Aplicada – IUPAC, “Propiedades químicas de la cal“, 2018)

Propiedades químicas:

Una de sus propiedades químicas es su nivel de alcalinidad de -2.37 pKb y su solubilidad en agua es de 0.185 g/100 cm^3 . (Enciclopedia libre Wikipedia. La Unión Internacional de Química Pura y Aplicada – IUPAC, “Propiedades químicas de la cal“, 2018)

Principales características:

Una de las características más importante es su apariencia es un polvo blanco (generalmente pasa por la malla de 100 mm.), no reacciona con el agua, carente de olor y absorbe CO_2 del ambiente.

Peligros de usar el hidróxido de calcio:

Es perjudicial para los ojos, problemas en la córnea hasta ceguera, la inflamación del ojo se caracteriza por enrojecimiento y picazón. La inhalación de polvo producirá irritación en el tracto gastrointestinal o respiratorio, caracterizada por ardor, estornudos, tos, asfixia, disnea, y síntomas variados de dolor de cabeza, mareos y debilitamiento. La sobreexposición severa puede producir daño pulmonar, asfixia, inconsciencia o muerte. (ORION Productos Industriales, 2014, p. 1).

Usos:

El hidróxido de calcio se puede usar de muchas formas y en muchas áreas:

En la construcción se puede utilizar en materiales de construcción y como estabilizantes de suelos y carreteras (a nivel de subrasante). En la metalúrgica se usa en la industria del acero, en la flotación de metales, en la fundición de metales no ferrosos, etc. En beneficio del medio ambiente se usa para el tratamiento de agua potable, tratamiento aguas residuales y tratamiento en desechos industriales, etc. (QuimiNet.com, 2007).

1.3.4. Cemento:

El cemento es un conglomerante que se forma con el quemado y molienda de piedra caliza y arcilla. Además, se agrega yeso para darle un nivel de fraguado al unirse con el agua; una de sus propiedades es endurecerse al contacto con agua (después de un tiempo). Existen varios tipos de cementos, pero el que usaremos en esta investigación es el Cemento EXTRAFORTE – Tipo ICo.

En el Anexo 15 (Figura 10) presentamos una imagen del Cemento EXTRAFORTE – Tipo ICo, según Cementos Pacasmayo. (2017).

Composición:

El Cemento EXTRAFORTE – Tipo ICo es un cemento de uso general en la construcción, que se emplea en obras que no requieren propiedades especiales. Este se fabrica mediante la molienda conjunta de Clinker y aditivos, que brindan mayor resistencia a compresión, maleabilidad y moderado calor de hidratación. (Cementos Pacasmayo, 2017).

En la Figura 11 detallamos la composición física – química del Cemento EXTRAFORTE – Tipo ICo, según Cementos Pacasmayo. (2017).

		CEMENTOS PACASMAYO S.A.A. Calle La Colonia Nro. 150 Urb. El Viviero de Monterrico Santiago de Surco - Lima Carretera Panamericana Norte Km. 666 Pacasmayo - La Libertad Teléfono 317 - 6000		 G-CC-F-04 Versión 03	
CEMENTO EXTRAFORTE Cemento Portland Compuesto Tipo ICo Conforme a la NTP 334.090 Pacasmayo, 20 de Setiembre del 2017					
COMPOSICIÓN QUÍMICA		CPSAA		Requisito NTP 334.090	
MgO	%	2.3		Máximo 6.0	
SO3	%	2.4		Máximo 4.0	
PROPIEDADES FÍSICAS		CPSAA		Requisito NTP 334.090	
Contenido de Aire	%	5		Máximo 12	
Expansión en Autoclave	%	0.06		Máximo 0.80	
Superficie Específica	cm ² /g	5440		NO ESPECIFICA	
Retenido M25	%	3.6		NO ESPECIFICA	
Densidad	g/mL	2.96		NO ESPECIFICA	
Resistencia Compresión :					
Resistencia Compresión a 3días	MPa (Kg/cm ²)	20.2 (206)		Mínimo 13.0 (Mínimo 133)	
Resistencia Compresión a 7días	MPa (Kg/cm ²)	25.3 (264)		Mínimo 20.0 (Mínimo 204)	
Resistencia Compresión a 28días	MPa (Kg/cm ²)	32.9 (335)		Mínimo 25.0 (Mínimo 255)	
Tiempo de Fraguado Vicat :					
Fraguado Inicial	min	124		Mínimo 45	
Fraguado Final	min	254		Máximo 420	
<p style="font-size: small;">Los resultados arriba mostrados, corresponden al promedio del cemento despachado durante el periodo del 01-08-2017 al 31-08-2017. La resistencia a la compresión a 28 días corresponde al mes de Julio 2017.</p>					
 Ing. Gabriel G. Mansilla Fiestas Superintendente de Control de Calidad					

Figura 11. Composición Física – Química del Cemento EXTRAFORTE – Tipo ICo.

Fuente: Cementos Pacasmayo. (2017).

Principales características:

Las características que tiene el Cemento EXTRAFORTE – Tipo ICo es que tiene excelentes resistencias en el tiempo, trabajabilidad y buen

acabado y uso general en la construcción (Cementos Pacasmayo, 2017).

Usos:

Los usos que se le da al Cemento EXTRAFORTE – Tipo ICo son para columnas, vigas, losas, cimentaciones y otras obras (Obras de concreto y concreto armado en general) que no se encuentren en ambientes húmedos-salinosos, morteros en general, pavimentos y estructuras de concreto masivo. (Cementos Pacasmayo, 2017).

1.3.5. Ladrillos ecológicos:

Los ladrillos ecológicos son los ladrillos a los que se les agrega residuos de materiales (plástico, papel, caucho, etc.) para evitar la contaminación medio ambiental, desde hace unos años se viene realizando varios ladrillos ecológicos que buscan ingresar en la industria ladrillera. Estos no se diferencian de los tradicionales en propiedades y usos, ya que también se realizan pruebas y ensayos de calidad para que el producto sea sostenible y viable. Fabricar materiales de construcción como ladrillos de concreto o reutilizar el concreto para dicho fin, es uno de los objetivos de la Ingeniería Civil con la conservación del medio ambiente, ya que su uso permitirá reducir la descarga de residuos que contaminan. (Lara et al., 2015, p. 3). En la Figura 12 presentamos una imagen de algunos ladrillos ecológicos de diferentes materiales, según Sánchez. (2016).

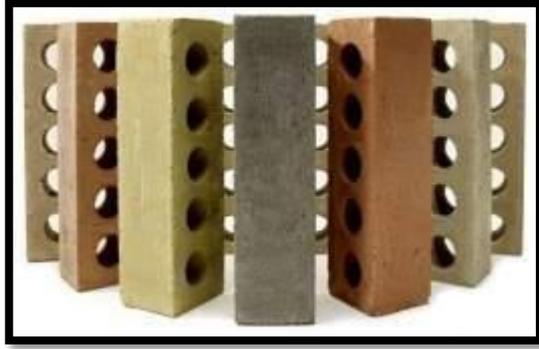


Figura 12. Ladrillo ecológico.

Fuente: Juan Sánchez. (2016).

Tipos:

Los tipos de ladrillos ecológicos son varios pueden ser con ceniza de cartón, de cáscara de arroz, de caña de azúcar, etc. También, puede ser con fibra de plástico, de papel, etc. Sin embargo, existen ladrillos ecológicos hechos con cáscara de arroz o con residuos del coco, etc. En el Anexo 16 (Cuadro 11) podemos ver los tipos de adiciones residuales evaluados en la elaboración de ladrillos - bloques de construcción en diferentes regiones, según Fuentes et al. (2018).

Ventajas:

Las ventajas que tienen los ladrillos ecológicos son aislantes del frío y del calor, de bajo costo en su elaboración, no son contaminantes; por el contrario, ayudan a evitar la contaminación ambiental y con los materiales que se usan para la elaboración hacen que sea más ligero.

Desventajas:

Es un producto que aún no ingresa a la industrial ladrillera, por muchos motivos, uno de ellos es su alto costo de comercializar este ladrillo y hacerle la competencia al ladrillo convencional que genera grandes ingresos.

1.3.6. Ladrillos de concreto:

Definición:

Los ladrillos de concreto son el tipo de ladrillo fabricado con concreto, que para su elaboración se necesita piedra, arena, cemento y agua. Este tipo de ladrillos se usan mayormente en muros portantes y para procesos constructivos como muros de ductilidad limitada. La clasificación de los ladrillos de concreto se verá más adelante.

1.3.7. Concretos Especiales:

Concreto:

El concreto es una mezcla de dos componentes agregados (finos o gruesos) y pasta. La pasta, mezcla de cemento Portland y agua, une a los agregados (arena y grava o piedra chancada), para formar así, un material parecido a la roca, por lo que pasta endurece debido a la reacción química entre el cemento y el agua. El concreto se basa en dos componentes: el esfuerzo a compresión y la durabilidad.

Concreto Premezclado:

Se llama concreto premezclado, al proceso de dosificar y mezclar el concreto de obra en una planta central en vez de hacerlo en obra.

Este tipo de concreto, tienen muchas ventajas para la obra, ya que es útil para obras que están muy congestionadas o para la construcción de vías donde no haya suficiente espacio para almacenar los materiales. Además, otra ventaja que tiene es que se puede llevar un mejor control de la calidad de la mezcla (Hormigon). En la figura 13, se muestra la planta de concreto premezclado, según UNICON. (2018).



Figura 13. Plantas de Concreto Premezclado.

Fuente: UNICON. (2018).

Existen dos tipos de concreto de premezclado: La primera es que el mezclado se hace en una planta central y luego se transporta en un camión (mixer), que lo agita lentamente para evitar la segregación y el endurecimiento del mismo (hay que tener en cuenta que se le puede adicionar aditivos a la mezcla como acelerantes, retardantes o plastificantes).

El otro tipo es concreto mezclado en tránsito o en el camión (Mixer), la dosificación se hace en la planta central pero el mezclado se hace en el camión, puede hacer el mezclado durante el recorrido o en la misma obra antes de descargar el concreto. En la figura 14, se muestra el concreto transportado en mixer, según UNICON. (2018).



Figura 14. Concreto transportado en mixer.

Fuente: UNICON. (2018).

Concreto Bombeado:

El concreto mezclado, se vierte en una tolva o con la ayuda de una bomba con válvulas de aspiración y compresión, se impulsa y vierte el concreto mediante una tubería. Se debe controlar la granulometría del agregado, ya que el concreto debe ser manejable en obra. Este tipo de concreto, evita el uso de carretillas, grúas, vagonetas, etc.

Se debe tener cuidados en que la presión sea suficiente para poder transportar el hormigón hasta el lugar que queremos, se recomienda que la tubería tenga un diámetro mínimo de 3 veces el tamaño máximo del agregado, no debe ser de aluminio la tubería, ya que este reacciona con el cemento generando un gas ligero como el hidrógeno, que genera vacíos en el concreto endurecido y pérdida de resistencia. Además, la tubería no debe formar ángulos agudos, porque puede atascarse la mezcla; se debe tener en cuenta la eficiencia de la bomba que se usa, ya que a mayor altura sobre el nivel del mar, disminuye la eficiencia de la bomba. En la figura 15, se muestra el concreto bombeado, según UNICON. (2018).



Figura 15. Concreto bombeado.

Fuente: UNICON. (2018).

Concreto Lanzado:

El concreto lanzado se le da a la mezcla que es transportado por una manguera y proyectado a altas velocidades sobre una superficie. La

fuerza del chorro de la mezcla, que impacta con la superficie, hace que esta se compacte, de tal modo que no se resbale o se caiga, ya sea en una cara vertical o un techo.

La mezcla de concreto se lanza a gran velocidad, por medio de una pistola de cemento con una presión de 3 atmósferas a paredes, armaduras, encofrados, etc. El concreto lanzado se usa para construir elementos de reducido espesor como: placas, cubiertas, recubrimientos, túneles, estabilización de taludes, etc. Sus ventajas son rapidez de ejecución, uniformidad y economía de mano de obra, además que se coloca y compacta a la vez. Para esta mezcla se emplea agregados como la arena gruesa con algo de material gravoso, el resto es mortero más que concreto que se lanza. En la figura 16, se muestra un operario aplicando concreto lanzado, según Rivera. (2013).



Figura 16. Operario aplicando concreto lanzado.

Fuente: Gerardo A. Rivera López - Concreto simple. (2013).

Existen dos tipos de concreto lanzado:

A) Mezcla Seca:

Es una combinación de cemento Portland, agregado y agua. La mezcla de estos materiales se hace por medios mecánicos y se

bombea en estado seco, ya que el material en estado seco, pasa por la boquilla de la manguera, en donde se le adiciona el agua con aditivos acelerantes y aire para impulsar el material. El mezclado de estos componentes se hace en la superficie, por ello se debe realizar movimientos circulares con la boquilla durante el lanzamiento.

B) Mezcla Húmeda:

Este sistema de mezcla húmeda es el de bombeo convencional hidráulico de concreto, el agua ya está incluida desde antes y no durante el proceso de proyección. Se incorpora aire, para que sea impulsado a alta velocidad. Se corre el riesgo que el concreto se atasque o se endurezca antes de salir de la manguera, por ello se debe controlar y colocar a la mezcla aditivos.

Concreto Inyectado:

Es similar al concreto lanzado, sirve para sellar fisuras, para anclajes de cables en estabilización de taludes, etc. Esta inyección de concreto, aunque lo que se inyecta es pasta (mortero), se hace proyectando presión con una tubería, con presión de aire. En la figura 17, se muestra un operario aplicando inyectando concreto, según Rivera. (2013).



Figura 17. Operario inyectando concreto.

Fuente: Gerardo A. Rivera López - Concreto simple. (2013).

Concreto Ligero:

El concreto ligero son los que tienen un peso unitario inferior a 2300 kg/m³. Estos pueden estar compuestos por agregados ligeros y/o pueden ser reemplazados por materiales ligeros como: polímeros, fibra de polipropileno, resinas sintéticas, etc.

Las ventajas que tienen estos concretos son: baja masa, aislantes térmicos y alta resistencia al fuego.

Existen 2 tipos de concretos ligeros:

A) Concreto ligero estructural:

Es el que a los 28 días, tiene una resistencia a la compresión mínima de 175 kg/cm² y un peso unitario menor de 1850 kg/m³. El tipo de agregado que se use para la mezcla de concreto, incluye en las propiedades del mismo, masa, trabajabilidad, absorción, textura, etc. Con este tipo de concreto se tiene la ventaja de utilizar menos refuerzo en elementos; pero puedes suceder que el agregado ligero sea muy alto, generando alto costo y encarezca al concreto.

B) Concreto ligero no estructural:

Tiene una resistencia máxima de 70 kg/cm² a los 28 días y un peso unitario que no pasa los 1500 kg/m³. Estos materiales se usan como aislantes térmicos y se usan en techos de edificaciones. Una forma de hacer ligero al concreto, es incorporar burbujas de gas en la mezcla plástica.

Otra forma de obtener un concreto ligero es eliminar el agregado fino de la mezcla y trabajar con agregado grueso, cemento y agua; más conocido como concreto sin finos. Esto conlleva, tener una mezcla con grandes poros, lo que se debe a su baja resistencia; por ello puede ser usado para rellenos en los que se necesita eliminar la ascensión de agua por capilaridad.

Concreto Pesado:

El concreto pesado es el que su peso unitario varía del normal, con una variación de 3.0 a 6.5 ton/m³. Está constituido por pasta (cemento y agua) y agregados pesados. Los agregados naturales que se utilizan pueden ser: hematita, limonita, magnetita, etc. Y los agregados artificiales pueden ser: acero, ferrofósforo, plomo, etc. Este tipo de concreto se puede utilizar contra radiaciones nucleares, rayos x, etc. Este concreto debe tener suficiente agregado fino, y una cantidad mínima de agua, para evitar segregación durante el transporte o en obra; además, se puede utilizar aditivos plastificantes.

Concreto con fibras:

Es un concreto ligero que se le adiciona fibras de: acero, polipropileno, poliéster, coco, caña de azúcar, etc. Se puede utilizar este concreto cuando se quiera mejorar la resistencia a la tensión. Para los pavimentos se puede utilizar losas de menor espesor, para las mismas cargas e igual periodo de diseño. El concreto con fibras es un buen material acústico y térmico, con alta resistencia al impacto y a la erosión. Si usamos fibras naturales se le debe hacer un tratamiento preliminar, para así evitar que perjudique las propiedades del concreto normal.

Concreto madera, concreto con cáscara de arroz o de trigo:

Se elaboran concretos mezclando cemento con virutas de madera, cáscara de arroz o de trigo, corcho molido, etc, siendo considerados como agregados. Este tipo de concreto se utiliza para obras donde se requiere aislamientos térmicos y acústicos. Estos elementos livianos tienen alta resistencia a la rotura.

Concreto con inclusores de aire:

Se utiliza este tipo de concretos en zonas donde se presentan heladas o estructuras hidráulicas como represas, bocatomas, etc. Los inclusores de aire consisten en jabones o resinas sintéticas, los cuales

al incorporarse al agua de la mezcla, crean unos poros de diámetros de 0,02 y 0.03 mm en la pasta. Estos poros contribuyen a la manejabilidad del concreto y taponea las fisuras aumentando la impermeabilidad del concreto.

Concreto refractario:

Es aquel que resiste a elevadas acciones térmicas, puede resistir a temperaturas hasta 300 grados centígrados. Se obtiene este material con el uso de cemento aluminoso o fundido de desechos refractarios. Este concreto se puede adecuar a cualquier forma que se le requiera.

Concreto coloreado:

Se obtiene agregando pigmentos colorantes cuando las mezclas se encuentran en estado plástico o empleando agregados coloreados, se debe usar un retardante hasta que la mezcla del concreto este lista. Los pigmentos que cumplen estos requisitos es el óxido de hierro.

1.3.8. Proceso de industrialización del arroz:

El proceso inicia cuando el arroz es traído al molino sacado de las cosechas, para determinar si es aceptado o no, para posteriormente proceder a descargar y muestrear porque es necesario determinar su calidad, de esta forma se establecerá un precio. Asimismo, en esta etapa se extrae los materiales extraños al grano residuos de cosecha, piedras y metales al utilizar una brisa de aire tibia permitiendo remover el exceso de agua que almacena el grano de arroz cuidando que estos conserven su tamaño durante el proceso. Posteriormente del proceso de secamiento, el grano se almacena en silos con la finalidad de conservarlo y dosificarlo con los requerimientos del molino; teniendo como antecedente una limpieza previa y con el objetivo de eliminar toda partícula extraña, se ejecuta una previa remoción antes de descascarar y empezar la trilla. Luego, a este se le quita la cascara a través del movimiento de dos rodillos que giran a grandes velocidades para después de descascarar, los granos de paddy remanentes son separados y recirculados al descascarador. Por otro lado, descascarando los granos de arroz son

sometidos a procesos de fricción y abrasión con la finalidad de eliminar las capas de salvado para darle un color blanco característica del arroz comercial. Finalmente, el arroz blanco una vez pulido se clasifica según su tamaño y color para estandarizar el producto final, separando los granos partidos y defectuosos; sin embargo, antes de compactar se controla una mezcla entre granos partidos y enteros para conseguir el arroz de calidad comercial deseada.

1.3.9. Proceso de elaboración de los ladrillos de concreto:

Los ladrillos de concreto se fabrican teniendo en cuenta distintas formas que van desde una producción manual hasta una fabricación totalmente automatizada; sin embargo, en nuestro caso será manual. Asimismo, para el proceso de elaboración manual (artesanal) se usan plantillas móviles, que están fabricadas para producir un ladrillo a la vez puesto que la fabricación se hace por medio de la compactación manual de la mezcla y el desmoldado por volteo o desarme del molde. Por otro lado, si los moldes son de madera es preferible que este bien recubierta con pintura a base de aceite (esmalte) para que la proteja de la humedad y de esta forma ayude a un fácil desmolde aumentando la durabilidad de los moldes.

En su proceso de fabricación se utilizan los siguientes materiales: agregados, cemento, agua, colorantes y aditivos lo cual facilita su proceso de elaboración la cual deberá contar con un profesional necesario para la producción de bloques de concreto. En primer lugar, se selecciona y almacena los materiales buscando fuentes que manifiesten un suministro permanente en volumen y procedencia de materiales teniendo como finalidad la uniformidad de la mezcla y como consecuencia la de los bloques. Posteriormente, se dosifica la mezcla contando con una báscula para pesar correctamente los insumos permitiendo que el ladrillo adquiriera las siguientes características: cohesión en estado fresco para ser desmoldados, máxima compactación para que su absorción sea mínima, resistencia esperada según uso y acabado superficial deseado. Después, en la elaboración del ladrillo se revisa que el molde esté en buen estado y limpio. En los Anexos 17 al 19 (Figura 18 al 20), se puede

ver con imágenes todo el proceso de elaboración de los ladrillos - bloques de concreto.

1.3.10. Ladrillos de concreto. Requisitos – Norma Técnica Peruana (NTP) – 399 -601:

Esta norma menciona algunas clasificaciones para el ladrillo tanto en su fabricación, que son adoptadas por el fabricante; por su efectividad, que son aquellas que se obtienen por medición directa efectuadas sobre el ladrillo y nominales, que son las medidas establecidas en esta NTP. También define tipos según su uso, utilizando un Tipo 24 para enchape arquitectónico y muros exteriores sin revestimiento, donde se requiera alta resistencia a la compresión y penetración de la humedad y a la acción fuerte del frío. Para una utilización más general con moderada resistencia a la compresión, impregnación de la humedad y conducta frente al frío se utiliza un Tipo 17. Finalmente para uso general de moderada resistencia a la compresión, solo se tiene en cuenta un Tipo 14 y Tipo 10.

Requisitos físicos:

En la entrega de las unidades, éstos deben cumplir con lo prescrito en el Cuadro 12.

Donde se detalla los tipos de ladrillos con su respectiva proporción de absorción de agua.

Cuadro 12. Requisitos de resistencia y absorción.

Resistencia a la compresión, min, Mpa, respecto al área bruta promedio			Absorción de agua, máx., % (Promedio de 3 unidades)
Tipo	Promedio de 3 unidades	Unidad Individual	
24	24	21	8
17	17	14	10
14	14	10	12
10	10	8	12

Fuente: Norma Técnica Peruana 399.601. (2006).

Variaciones permisibles en las dimensiones:

Las dimensiones (ancho, alto y largo) no debe diferir por más de ± 3.2 mm ($\pm 1/8$ pulgada) de las dimensiones estándar especificadas por el fabricante.

Acabado y apariencia:

El ladrillo debe ser macizo o hueco, dependiendo de lo que requiera el cliente, a menos que éste especifique de otro modo. El área de la sección del ladrillo hueco debe ser al menos el 75% del área de la sección transversal; además ningún agujero de estar a menos de 19.1 mm ($3/4$ pulgada) de algún borde del ladrillo.

1.3.11. Métodos de muestreo y ensayos de unidades de albañilería de concreto - NTP – 399 -604:

Muestreo:

Selección de los especímenes de ensayo:

Las unidades son establecidas a través de un método de muestreo aleatorio o de acuerdo a lo que seleccione el comprador, siempre y cuando cumplan con lo aceptado. También, se puede optar por una tabla estadística para seleccionar las unidades.

Número de especímenes:

Para determinar la resistencia a la compresión, absorción, peso unitario (densidad) y contenido de humedad, se selecciona 6 unidades por cada 10000 unidades o menos y 12 unidades de más de 10000 y menos de 100000 unidades. Para el caso de más de 100000 unidades, se seleccionarán 6 unidades por cada 50000 unidades o fracción.

Identificación:

Se marca cada espécimen con el fin de ser identificados en cualquier situación, estas no deben cubrir más del 5% del área superficial. Posteriormente se debe pesar las unidades, que sirve para los ensayos

de contenido de humedad, estos deben ser registrados como W_r (peso recibido).

Medición de dimensiones:

Aparatos:

Para medir las dimensiones se usa una regla de acero graduada a 1.00 mm, para los espesores de las paredes y tabiques se usa un calibre Vernier graduado en divisiones de 4 mm.

Especímenes:

Para las mediciones de ancho, altura, longitud y espesores mínimos se usa tres unidades.

Dimensiones:

Se mide y registra cada unidad, tanto en ancho (A), altura (H) y longitud (L).

Resistencia a compresión:

Aparatos:

Se utiliza una máquina de ensayo la cual es equipada por dos bloques de soporte de acero, uno de los cuales es una rótula que transmite la carga a la superficie superior del espécimen y el otro un bloque rígido donde reposa el espécimen.

Además se utiliza bloques de soporte de acero y platos.

Especímenes de prueba:

Después de la elaboración en el laboratorio, se procede almacenar las unidades separadas por 13 mm en todos sus lados o más, a una temperatura de $24\text{ °C} \pm 8\text{ °C}$ por no menos de 48 horas.

Las proyecciones sin apoyo que tienen una longitud mayor que su espesor serán removidas por cortadora. Para unidades con tabiques rebajados, se corta las caras laterales al mismo nivel

para proporcionar una superficie de sustento completa sobre la sección transversal neta de la unidad.

Si se da el caso que las unidades son demasiado grandes para las máquinas de ensayo o excedan la capacidad de carga, se procede a cortar las unidades.

Cuando las unidades del ensayo de compresión tengan dimensiones y formas inusuales (tales como, pero no limitadas a, unidades en enlace de vigas, unidades del extremo abierto, y unidades de pilastras), los especímenes son aserrados para quitar cualquier proyección de la cara lateral. El espécimen resultante es una celda o celdas que contienen cuatro caras que aseguren una superficie de apoyo del 100 %.

Para el ensayo de resistencia a la compresión de segmentos cortados de muros, los especímenes ensayados son no menos del 75 % sólido y tienen una relación de altura a espesor de no menos que 1:1 y no más que 2:1.

El aserrado se realiza de una manera exacta y competente sometiendo al espécimen a la mínima vibración posible de la sierra. Utilizar una sierra de diamante con dureza apropiada.

El área neta promedio de los especímenes de compresión cortados es el promedio del área neta de las tres unidades adicionales cortadas.

Refrentado de la muestra de prueba:

Refrentar las superficies de apoyo de las unidades por uno de los métodos de los apartados:

Azufre y materiales granulares:

Extender parejo en un área de refrentado no absorbente que haya sido cubierta ligeramente con aceite o rociada con una capa de TFE – fluro- carbono. Utilizar mezclas preparadas por el propietario o el laboratorio de 40 % a 60 % de azufre por peso, el resto es bentonita molida convenientemente u otro

material inerte que pase por el tamiz N° 100 con o sin plastificante. Calentar la mezcla de azufre en una olla de calefacción controlada por termostato a una temperatura suficiente para mantener la fluidez después del contacto con la superficie de refrentado. Tener cuidado para evitar el sobrecalentamiento, y revolver el líquido en la olla momentos antes de su uso. La superficie de refrentado es plana dentro de los 0.08 mm en 406.4 mm y es lo suficientemente sólida para no flexionarse durante la operación de refrentado. Colocar cuatro barras de acero cuadradas de 25 mm sobre la placa superficial del refrentado para formar un molde rectangular aproximadamente de 12.7 mm mayor en cualquier dimensión interior que la unidad de albañilería. Llene a una profundidad de 6,4 mm con material fundido de azufre. Posteriormente, lleve la unidad para ser refrentada, esta unidad no debe ser perturbada hasta que se solidifique completamente. Permitir que el refrentado enfríe por un mínimo de 2 horas antes de ensayar los especímenes. No se permite el parchado del refrentado. Quitar los refrentados imperfectos y substituirlos por nuevos.

Refrentado con cemento - yeso:

Extender de forma pareja en un área de refrentado no absorbente que haya sido recubierta ligeramente con aceite o rociado con una capa de TFE-fluorocarbono, una pasta de yeso-cemento de alta resistencia y agua. Luego poner la unidad para ser refrentada en contacto con la pasta de refrentado; se debe presionar hacia abajo el espécimen con un solo movimiento. El espesor medio del refrentado no excede de 3.2 mm. No se permite el parchado del refrentado. Retirar capas imperfectas y reemplazar con capas nuevas. El refrentado se realiza al menos 2 horas antes del ensayo de los especímenes.

Procedimiento:

Se coloca los especímenes en el cetroide de la rótula de la máquina de ensayo, con algunas excepciones de unidades las cuales son para uso con sus paredes en una dirección horizontal. Al realizarse los ensayos, los especímenes, están libres de humedad o manchas de humedad.

Se aplica la carga hasta la mitad de la máxima prevista en el tiempo que se crea conveniente, posteriormente se aplica la carga restante entre 1 y 2 minutos. Finalmente se registra la carga de compresión máxima en Newtons.

Absorción:

Aparato:

Se utiliza una balanza sensible.

Ensayo de Especímenes:

Se utiliza 3 unidades las cuales ya hayan sido marcadas, pesadas y registradas; las pruebas son realizadas en unidades enteras.

Procedimiento:

Se sumerge los especímenes a una temperatura de 15.6 °C a 26.7 °C por 24 horas durante están sumergidos en el agua pesarlos con un alambre de metal y regístralo W_i (peso sumergido). Luego sacarlos del agua, permitiendo el drenado y retirando el agua superficial, para posteriormente pesarlo y registrarlo como W_s (peso saturado).

Posterior a la saturación, se procede a secar los especímenes en un horno a 100 °C o 115 °C por no menos de 24 horas. Se registra los pesos de los especímenes secados W_d (peso secado al horno).

1.3.12. Otros ensayos que se realizan no estipulados en la Norma (NTP 399 - 613):

Variabilidad dimensional:

- Se seca los ladrillos en un horno ventilado de 110 °C a 115 °C, por 24 horas.
- Después del secado se deja enfriar a una temperatura de 18 °C, por un periodo de 6 horas.
- Se hace la limpieza de las aristas y los lados del ladrillo, para quitar las partículas sueltas.
- Realizar 4 medidas de cada dimensión con una regla metálica y un vernier
- Los resultados serán dados en porcentajes, calculados con la siguiente fórmula:

$$V = \frac{ME - MP}{ME} * 100$$

Donde:

V: Variabilidad dimensional (%).

ME: Medida especificada por el fabricante (mm).

MP: Medida promedio (mm).

Alabeo:

- Se requiere una varilla de acero graduada a 1 mm y una superficie plana de acero o vidrio de 300mm*300mm.
- Registrar los valores de alabeo; tomando en cuenta si era cóncavo o convexo, se medirá el alabeo con la regla metálica graduada a 1mm.

Eflorescencia o salinidad:

- Se coloca la muestra con una separación de 5 cm por cada unidad, en una cámara de humedad la cual está libre de aire. Luego de 7 días, las muestras se secan en un horno durante 24 horas, posteriormente se le deja enfriar a temperatura ambiental.

- Por último, se observa si las muestras presentan manchas blancas, para poder calificar como eflorescida, ligeramente eflorescida o sin eflorescencia.

Peso por unidad de área:

- Aparatos: Una balanza sensible del rango del 0.2% del peso de la muestra más pequeña.
- Muestra de prueba: Pesar 5 tejas de arcilla estructural, completas y sin humedad.
- Cálculo e informe: Se divide el peso en kg entre el área promedio de las dos caras.

Reportar los resultados de manera separada para cada unidad.

1.3.13. Reglamento Nacional de Edificaciones – E 070: Albañilería.

Esta Norma establece los requisitos y las exigencias mínimas para el análisis, el diseño, los materiales, la construcción, el control de calidad y la inspección de las edificaciones de albañilería estructuradas principalmente por muros confinados y por muros armados. Tenemos en cuenta los componentes y características de las unidades de albañilería que son los bloques y ladrillos de arcilla cocida, utilizadas en mampostería y en muros portantes, especificados en esta norma.

Componentes de la albañilería:

Clasificación para fines estructurales:

Para efectos del diseño estructural, las unidades de albañilería tienen las características indicadas en el Cuadro 13, donde se detalla la clase de ladrillo y bloque con su variación dimensional, alabeo y su resistencia a compresión.

Cuadro 13. Clase de unidad de albañilería para fines Estructurales.

CLASE	VARIACIÓN DE LA DIMENSIÓN (máxima en porcentaje)			ALABEO (máximo en mm)	RESISTENCIA CARACTERÍSTICA A COMPRESIÓN f_b mínimo en Mpa (kg/cm ²) sobre área bruta
	Hasta 100 mm	Hasta 150 mm	Más de 150 mm		
Ladrillo I	(+/-) 8	(+/-) 6	(+/-) 4	10	4.9 (50)
Ladrillo II	(+/-) 7	(+/-) 6	(+/-) 4	8	6.9 (70)
Ladrillo III	(+/-) 5	(+/-) 4	(+/-) 3	6	9.3 (95)
Ladrillo IV	(+/-) 4	(+/-) 3	(+/-) 2	4	12.7 (130)
Ladrillo V	(+/-) 3	(+/-) 2	(+/-) 1	2	17.6 (180)
Bloque P	(+/-) 4	(+/-) 3	(+/-) 2	4	4.9 (50)
Bloque NP	(+/-) 7	(+/-) 6	(+/-) 4	8	2.0 (20)

Fuente: Reglamento Nacional de Edificaciones E 070. (2006)

Limitaciones en su aplicación:

El uso o aplicación de las unidades de albañilería está condicionado a lo indicado en el cuadro 14. Las zonas sísmicas son las indicadas en la NTE E.030 Diseño Sismorresistente.

Se detalla el tipo de ladrillo el cual se puede utilizar y el cual no se puede, en diferentes zonas sísmicas.

Cuadro 14. Limitaciones en el uso de la unidad de albañilería para fines estructurales.

TIPO	ZONA SÍSMICA 2 Y 3		ZONA SÍSMICA 1
	Muro portante en edificios de 4 pisos a más	Muro portante en edificios de 1 a 3 pisos	Muro portante en todo edificio
Sólido Artesanal	No	Sí, hasta dos pisos	Si
Sólido Industrial	Si	Si	Si
Alveolar	Si	Si	Si
	Celdas totalmente rellenas con grout	Celdas parcialmente rellenas con grout	Celdas parcialmente rellenas con grout
Hueca	No	No	Si
Tubular	No	No	Sí, hasta 2 pisos

Fuente: Reglamento Nacional de Edificaciones E 070. (2006)

1.4. Formulación del Problema:

¿Cuál es el efecto de la cáscara y ceniza de arroz en la resistencia a compresión y absorción en ladrillos de concreto, Trujillo, La Libertad, 2018?

1.5. Justificación del estudio:

La justificación surge por 2 factores: la primera es la alta demanda de ladrillos maquinados que en su proceso de fabricación contaminan excesivamente el medio ambiente y la segunda es el desinterés de fabricar un nuevo ladrillo mejorado con componentes naturales cumpliendo los parámetros técnicos que exige la norma para garantizar una armonía entre el hombre y la naturaleza. Asimismo, es indispensable tomar consciencia de las consecuencias que están originando estos procesos de fabricación para poder generar un cambio en el rubro de la construcción, puesto que si no se concibe esa idea será imposible que exista un cambio contundente con los nuevos ladrillos ecológicos y seguirá quedando como un prototipo más.

Por otro lado, la cascarilla y ceniza arroz son materiales que se han usado en anteriores investigaciones para añadir resistencia a los ladrillos y para otros fines como la elaboración de un prototipo de hueso yunque; por esta razón la mayoría de

personas sabe el aporte significativo del combinar la fibra en la fabricación de los bloques de concreto; sin embargo es necesario encontrar la mejor cascarilla de arroz ya que existe de varias calidades por lo cual es indispensable un estudio de sus propiedades químicas para saber el porcentaje que aportara a nuestro bloque que contara con los parámetros establecidos en el RNE como sus dimensiones, resistencia a la comprensión, prueba de absorción y peso.

Teniendo en cuenta lo mencionado es notorio y claro que sirve como un plus para el rubro de la construcción, no solo porque aporta al medio ambiente, sino porque mejora la resistencia de los muros sin la necesidad de aditivos ya que es de forma natural y económica garantizado un proyecto sostenible en todo sentido. Además, su elaboración no requiere mano de obra especializada sino sólo cumplir con los parámetros establecidos para tener la seguridad que pueden ser comerciales y usados para los diferentes tipos de sistema constructivo innovando ecológicamente el rubro de la construcción.

1.6. Hipótesis:

La adición de cáscara y ceniza de arroz aumenta la resistencia a compresión y absorción en ladrillos de concreto.

1.7. Objetivos:

1.7.1. Objetivo General:

Evaluar el efecto de la cáscara y ceniza de arroz en la resistencia a compresión y absorción en ladrillos de concreto, Trujillo, La Libertad, 2018.

1.7.2. Objetivos Específicos:

- Realizar los ensayos de los agregados para posteriormente determinar la dosificación que cumpla con la resistencia mínima según norma.
- Determinar la resistencia a la compresión y la absorción de los ladrillos de concreto con el 0%, 5%, 10% y 15% de cáscara y ceniza de arroz.
- Determinar la variabilidad dimensional, alabeo, eflorescencia y peso de los ladrillos de concreto con el 0%, 5%, 10% y 15% de cáscara y ceniza de arroz.
- Realizar un análisis de precios de los ladrillos de concreto con 0%, 5%, 10% y 15% de cáscara y ceniza de arroz.

II.- MÉTODO

2.1. Diseño de Investigación:

La investigación fue cuantitativa, ya que se centra en la cuantificación de fenómenos, mediante análisis numéricos y experimentales, a través de la metodología empírica – analítica.

El tipo de estudio de la investigación fue explicativa, puesto que en las investigaciones explicativas se comprueba la hipótesis a través de la causa – efecto entre variables independientes y dependientes.

El diseño de investigación fue experimental, porque se altera de manera intencional las variables independientes. Nuestro diseño estuvo conformado por una post prueba únicamente y grupos intactos, a continuación se muestra el esquema del diseño de la investigación.

Esquema:

G1 — O1
G2 X1 O2
G3 X2 O3
G4 X3 O4

Donde:

G1, G2, G3 Y G4: Grupos de sujetos

X1, X2 Y X3: Tratamiento, estímulo o condición experimental

O1, O2, O3 Y O4: Medición

-: Ausencia de estímulo

2.2. Variables, Operacionalización:

En el Cuadro 15 mostramos la Matriz de Operacionalización de Variables.

MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES					
Variable	Definición Conceptual	Definición Operacional	Dimensión	Indicadores	Escala de medición
Ceniza de la Cáscara de Arroz.	Es producto de quemar la cáscara de arroz. (Varón, 2005, p.130).	Es el aditivo puzolánico, que servirá para contribuir a una óptima resistencia en el bloque del concreto. La cual se agregará 5%, 10% y 15% del volumen del bloque de concreto.	-	Tiene efecto en la resistencia a la compresión y absorción.	Nominal
				No tiene efecto en la resistencia a la compresión y absorción.	
Cáscara de Arroz	"Es una fibra que cubre al arroz para protegerlo del ambiente donde se encuentre, la longitud de este varía entre 5 y 11 mm" (Castrillón y Castrillón, 2011, párr. 7).	Es el componente que permitirá aumentar la resistencia del bloque de concreto, debido que en su composición física presenta un gran porcentaje de fibra. La cual se agregará 5%, 10% y 15% del volumen del bloque de concreto.	-	Tiene efecto en la resistencia a la compresión y absorción.	Nominal
				No tiene efecto en la resistencia a la compresión y absorción.	
Resistencia a Compresión	"Es la relación entre la carga de rotura a compresión de un ladrillo y su sección bruta" (NTP 399-601, 2006).	Es el esfuerzo máximo que va soportar el bloque de concreto.	-	Se mide en kg/cm ² .	Razón
Absorción	Es el incremento en la masa del agregado debido al agua en los poros del material. (NTP 399-604, 2002).	Es la propiedad que tiene el bloque de concreto debido a la cáscara que presenta en su composición, teniendo como finalidad la	-	Se mide en porcentaje (%)	Razón

		permeabilidad que presenta esta.			
--	--	----------------------------------	--	--	--

Cuadro 15. Matriz de Operacionalización de variables.

2.3. Población y muestra:

2.3.1. Población:

La población fue la mezcla que se utilizó en los ladrillos de concreto que estuvo compuesto por cemento, agregado grueso (confitillo), agregado fino (Arena) y la cal hidratada. Además se incorporó Cáscara de Arroz y Ceniza de la Cáscara de Arroz que reemplazó a la piedra y la arena respectivamente.

2.3.2. Muestra:

Para la muestra se trabajó con 5 ladrillos para 7 días de curado y 28 de secado con 0%, 5%, 10% y 15% de cáscara y ceniza de arroz dieron así 60 ladrillos de concreto, en el Cuadro 16 presentamos la muestra con los ensayos que la NTP 399 - 604 estipula hacer, que son la resistencia a compresión y la absorción; además se realizó ensayos complementarios que esta norma no estipula, para ello utilizaremos la NTP 399 – 613 para ensayos de los ladrillos de arcilla, se realizó los ensayos de eflorescencia, peso, alabeo y variación dimensional. La NTP 399 – 604, estipula 6 unidades (ladrillos o bloques) que se seleccionaron para los ensayos por cada 10 000 unidades o menos, pero hemos usado 5 ladrillos para realizar los ensayos, ya que nuestra población puede variar.

Cuadro 16. Población y muestra.

% DE CÁSCARA Y CENIZA DE ARROZ EN EL ENSAYO DE RESISTENCIA A COMPRESIÓN					TOTAL
N° DE DÍAS	Grupo 1 o Patrón (0% CA y CCA)	Grupo 2 (5% CA y CCA)	Grupo 3 (10% CA y CCA)	Grupo 4 (15% CA y CCA)	
28 DÍAS	5	5	5	5	20
SUB TOTAL					20
% DE CÁSCARA Y CENIZA DE ARROZ EN EL ENSAYO DE ABSORCIÓN					TOTAL
N° DE DÍAS	Grupo 1 o Patrón (0% CA y CCA)	Grupo 2 (5% CA y CCA)	Grupo 3 (10% CA y CCA)	Grupo 4 (15% CA y CCA)	
28 DÍAS	5	5	5	5	20
SUB TOTAL					20
% DE CÁSCARA Y CENIZA DE ARROZ EN EL ENSAYO DE EFLORESCENCIA					TOTAL
N° DE DÍAS	Grupo 1 o Patrón (0% CA y CCA)	Grupo 2 (5% CA y CCA)	Grupo 3 (10% CA y CCA)	Grupo 4 (15% CA y CCA)	

28 DÍAS	5	5	5	5	20
SUB TOTAL					20
TOTAL	15	15	15	15	60

Unidad de análisis:

Unidad de análisis fue cada uno de los ladrillos de concreto rectangulares.

2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad:

2.4.1. Técnicas:

La técnica que se utilizó en el proyecto fue: Observación Experimental.

La observación: Es uno de los métodos fundamentales para recoger información de forma visual, a través de la percepción y seleccionando la información necesaria.

2.4.2. Instrumentos:

- Instrumentos Documentales:

El instrumento documental que se utilizó en este proyecto fue: Ficha técnica. En el Anexo 14 (Cuadro 17), se encuentra la Ficha Técnica: Ladrillos de Concreto.

- Instrumentos Electrónicos:

El instrumento electrónico que se utilizó en este proyecto fue: La prensa para ladrillo.

2.4.3. Validez y Confiabilidad:

Los instrumentos que se utilizaron en la investigación se validan por las normas y reglamento:

La NTP – 399 -601: Ladrillos de concreto. Requisitos, la NTP – 399 -604: Métodos de muestreo y ensayos de unidades de albañilería de concreto y la

NTP – 399 -613: Unidades de Albañilería Métodos y ensayo de ladrillos de arcilla usados en albañilería. (De esta norma utilizamos los ensayos de variabilidad dimensional, alabeo, eflorescencia o salinidad y peso por unidad de área). El reglamento Nacional de Edificaciones – E 070: Albañilería. Para los ensayos se tuvieron en cuenta los protocolos de la Universidad Nacional de Trujillo - Escuela de Ingeniería de Materiales - Laboratorio de Resistencia de Materiales.

2.5. Métodos de análisis de datos:

Análisis ligado a la hipótesis:

Puesto que, se obtuvo los resultados de los ensayos por medio de instrumentos confiables que nos permitieron recoger los hechos reales y sin alterarlos, luego se recogieron los resultados obtenidos de los ensayos de resistencia a compresión y absorción para determinar el efecto de la cáscara y ceniza de arroz en ladrillos de concreto, el procesamiento de los datos que extrajimos en laboratorio fueron en una base de datos en el programa Microsoft Excel para generar cuadros y figuras. Luego se exportó al programa SPSS para realizar primero la prueba de normalidad, para poder afirmar si los datos tienen una distribución normal, para luego hacer el análisis estadístico comparativo de medias (ANOVA de un factor), este es una técnica estadística que se utiliza para comparar grupos de medidas y normalmente se emplea para establecer semejanzas y diferencias entre tres o más grupos distintos (Análisis de varianza).

2.6. Aspectos éticos:

La investigación se basó en los parámetros de las siguientes normas y reglamentos:

- NTP – 399 -601: Ladrillos de concreto. Requisitos.
- NTP – 399 -604: Métodos de muestreo y ensayos de unidades de albañilería de concreto.

- NTP – 399 -613: Unidades de Albañilería Métodos y ensayo de ladrillos de arcilla usados en albañilería. (De esta norma utilizamos los ensayos de variabilidad dimensional, alabeo, eflorescencia o salinidad y peso por unidad de área).
- Reglamento Nacional de Edificaciones – E 070: Albañilería.

Los datos obtenidos fueron respaldados de un análisis de aspectos físicos y químicos

de los
que
en el
los
por
en la
todos

PESO UNITARIO DE LA CÁSCARA DE ARROZ	
ASTM C -29 Y NTP 400.017	
Peso del recipiente (Kg)	0.114
Volumen del recipiente (m3)	0.001027
Peso Suelto CA (Kg)	
N° 1	0.107
N° 2	0.107
N° 3	0.108
PROMEDIO	0.107
PESO UNITARIO SUELTO (kg/m3)	104.512
Peso Compactado CA(Kg)	
N° 1	0.143
N° 2	0.140
N° 3	0.147
PROMEDIO	0.143
PESO UNITARIO COMPACTADO (kg/m3)	139.565

materiales
se utilizaron
ladrillo de
concreto. Y
datos de los
ensayos
fueron
respaldados
un análisis
químico en
laboratorio
Universidad
Nacional de
Trujillo,
siguiendo
los

protocolos establecidos.

III.- RESULTADOS

3.1. Composición física y química de la cáscara y ceniza de arroz:

3.1.1. Composición física de la cáscara y ceniza de arroz:

Cuadro 18. Peso unitario de la cáscara de arroz.

En el cuadro 18, se presenta el peso unitario de la cáscara de arroz; el peso unitario suelto fue 104.512 kg/m³ y el compactado fue 139.565 kg/m³, para los cálculos se tuvo en cuenta las normas ASTM C - 29 y NTP 400.017. (1999) y se hallaron con las siguientes fórmulas:

- Promedio = Σ N°1, N°2 y N°3.
- Peso Unitario Suelto (kg/m³) = (Promedio / Volumen del recipiente).
- Peso Unitario Compactado (kg/m³) = (Promedio / Volumen del recipiente).

Cuadro 19. Peso unitario de la ceniza de cáscara de arroz.

PESO UNITARIO DE LA CENIZA DE CÁSCARA DE ARROZ ASTM C -29 Y NTO 400.017	
Peso del recipiente (Kg)	0.114
Volumen del recipiente (m ³)	0.001027
Peso Suelto CCA (Kg)	
N° 1	0.246
N° 2	0.240
N° 3	0.230
PROMEDIO	0.239
PESO UNITARIO SUELTO (kg/m³)	232.392

Peso Compactado CCA(Kg)	
N° 1	0.332
N° 2	0.347
N° 3	0.346
PROMEDIO	0.342
PESO UNITARIO COMPACTADO (kg/m3)	332.684

En el cuadro 19, se muestra el peso unitario de la ceniza de cáscara de arroz; el peso unitario suelto fue 232.392 kg/m³ y el compactado fue 332.684 kg/m³, para los cálculos se tuvo en cuenta las normas ASTM C - 29 y NTP 400.017. (1999) y se hallaron con las siguientes fórmulas:

- Promedio = Σ N°1, N°2 y N°3.
- Peso Unitario Suelto (kg/m³) = (Promedio / Volumen del recipiente).
- Peso Unitario Compactado (kg/m³) = (Promedio / Volumen del recipiente).

ABSORCIÓN			
NTP 400.022			
N° de fiola	1	2	SUMATORIA
Peso de la tara (gr)	281.10	260.20	
Temperatura (°C)	25.60	25.60	
Peso de la cáscara saturado parcialmente seco (gr)	954.50	908.00	1862.50
	516.50	495.30	1011.80

Peso del agregado secado en el horno (gr)			
Absorción (%)	84.80	83.32	84.08

Cuadro 20. Absorción de la cáscara de arroz.

En el cuadro 20, se muestra la absorción de la cáscara de arroz; la absorción fue 84.08 % y para los cálculos se tuvo en cuenta la norma NTP 400.022. (2001) y se halló con la siguiente fórmula:

$$- \text{Absorción (\%)} = \left(\frac{[(\text{Peso de la cáscara saturado parcialmente seco (gr)}) - (\text{Peso del agregado secado en el horno (gr)})]}{[(\text{Peso del agregado secado en el horno (gr)})]} \right) \times 100.$$

Además, la temperatura ambiente de la cáscara de arroz fue 25 °C, luego de sacarse del horno para poder obtener la absorción, se dejó reposar 1 hora y luego se tomó la temperatura, obteniendo 34 °C.

3.1.2. Composición química de la cáscara y ceniza de arroz:

Cuadro 21. Composición química de la Cáscara de Arroz.

DETERMINACIÓN	UNIDADES	RESULTADOS
Humedad	%	14.8
Proteínas	%	2.63
Grasas	%	0.42
Cenizas	%	28.4
Carbohidratos	%	53.8
Energía	kcal	229.5
Calcio	Ca mg	80
Hierro	Fe mg	67
Fósforo	P mg	0.05
Zinc	Zn mg	3.21

Fuente: Laboratorio de Servicios a la comunidad e Investigación – LASACI – Facultad de I. Química – Universidad Nacional de Trujillo.

En el cuadro 21, se muestra la composición química de la Cáscara de Arroz, según el Laboratorio de Servicios a la comunidad e Investigación – LASACI – Facultad de I. Química – Universidad Nacional de Trujillo; la cual 14.8% fue humedad, 2.63% fue proteínas, 0.42% fue grasas, 28.4% fue cenizas, 53.8% fue carbohidratos, 229.5 kcal fue energía, 80 Ca mg fue calcio, 67 Fe mg fue hierro, 0.05 P mg fue fósforo y 3.21 Zn mg fue Zinc.

Cuadro 22. Composición química de la Ceniza de Cáscara de Arroz.

DETERMINACIÓN	UNIDADES	RESULTADOS
SiO ₂ - Ceniza de Sílice	%	87.23
Al ₂ O ₃ - Oxido de Aluminio	%	0.63
Fe ₂ O ₃ - Oxido de Hierro	%	0.56
CaO - Oxido de Calcio	%	1.28
MgO - Oxido de Magnesio	%	0.36
NaO - Oxido de Sodio	%	0.24
K ₂ O - Oxido de Potasio	%	2.12
Ti O ₂ - Oxido de Titanio	%	0.02
PÉRDIDA DE CALCINACIÓN	%	7.56

Fuente: Laboratorio de Servicios a la comunidad e Investigación – LASACI – Facultad de I. Química – Universidad Nacional de Trujillo.

En el cuadro 22, se muestra la composición química de la Ceniza de Cáscara de Arroz, según el Laboratorio de Servicios a la comunidad e Investigación – LASACI – Facultad de I. Química – Universidad Nacional de Trujillo, la cual 87.23% fue ceniza de sílice, 0.63% fue óxido de aluminio, 0.56% fue óxido de hierro, 1.28% fue óxido de calcio, 0.36% fue óxido de magnesio, 0.24% fue óxido de sodio, 2.12% fue óxido de potasio, 0.02% fue óxido de titanio y 7.56% fue la pérdida de calcinación.

3.2. Ensayos de los agregados:

3.2.1. Análisis granulométrico, módulo de fineza y contenido de humedad:

- Para el análisis granulométrico:

Cuadro 23. Análisis granulométrico del agregado.

Malla	ABERTURA	Peso retenido	% retenido	% retenido acum.	% que pasa	Cumplir normas ASTM
3/8"	9.5	0	0	0	100	SI CUMPLE
Nº 4	4.75	18.60	3.7	3.7	96.3	SI CUMPLE
Nº 8	2.36	75.80	15.2	18.9	81.1	SI CUMPLE
Nº 16	1.18	82.10	16.4	35.3	64.7	SI CUMPLE
Nº 30	0.6	38.50	7.7	43.0	57.0	SI CUMPLE
Nº 50	0.3	144.80	29.0	72.0	28.0	SI CUMPLE
Nº 100	0.15	115.30	23.1	95.0	5.0	SI CUMPLE
Nº 200	0.075	17.10	3.4	98.4	1.6	SI CUMPLE
Plato		7.80	1.6	100.0	0.0	
TOTAL		500				

En el cuadro 23, se muestra el análisis granulométrico del agregado, se realizó en el Laboratorio de Suelos y Materiales de la Universidad César Vallejo y tomando en cuenta las normas ASTM C136 y NTP 400.012 (2001), ensayamos con 500 gr de material para obtener el módulo de fineza.

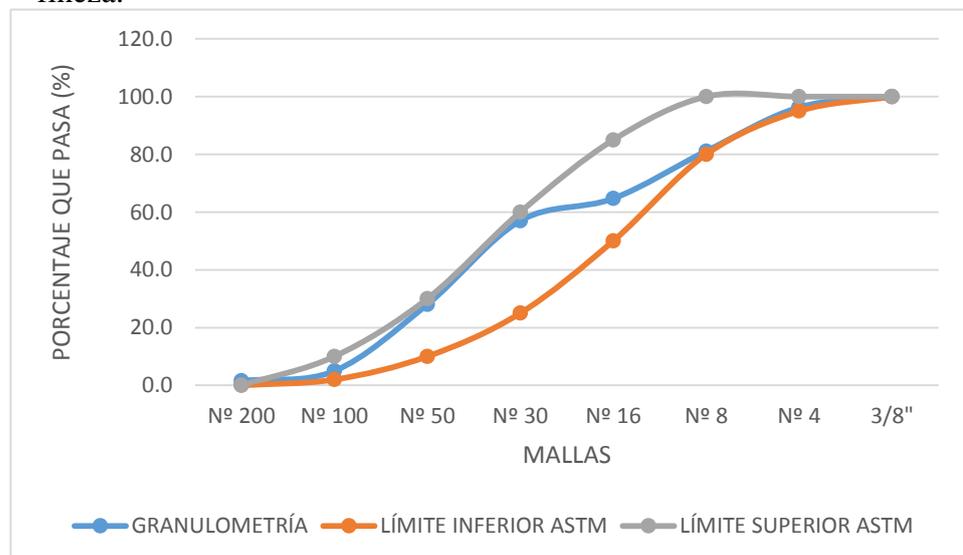


Figura 21. Curva Granulométrica del agregado según ASTM C33.

En la figura 21, se muestra la curva granulométrica del agregado, la cual cumplió los límites inferiores y superiores según ASTM C33.

➤ Para el módulo de fineza:

El módulo de fineza cumple la norma ASTM C136 y NTP 400.012 (2001), se halló con la siguiente fórmula:

$$MF = (\Sigma \% \text{ Retenido Acumulado Malla } N^{\circ}4 \text{ a malla } N^{\circ} 100) / 100$$

MF = 2.678. Cumple el rango de 2.30 a 3.15.

➤ Para el contenido de humedad del agregado:

Contenido de humedad

CONTENIDO DE HUMEDAD ASTM D-2216/ NTP 339.185	
TARA N°	1
Peso de la tara (gr)	81.31
Peso de la tara + suelo húmedo (gr)	381.31
Peso de la tara + suelo seco (gr)	377.40
Peso del líquido (gr)	3.91
Peso del suelo húmedo (gr)	300.00
Peso del suelo seco(gr)	296.09
Contenido de Humedad (%)	1.32

Cuadro 24.
del agregado.

En el cuadro 24, se muestra el contenido de humedad del agregado; el contenido de humedad fue 1.32% y para los cálculos se tuvo en cuenta las normas ASTM D-2216 y NTP 339.127. (2013) y se hallaron con las siguientes fórmulas:

- Peso de líquido (gr) = Peso del suelo húmedo – Peso de suelo seco.

- Contenido de Humedad (%) = (Peso del agua / Peso del suelo seco) x 100.

3.2.2. PESO UNITARIO ASTM C -29 Y NTP 400.017		Peso	
unitario del agregado:	Peso del recipiente (Kg)	4.888	
	Volumen del recipiente (m3)	0.003026	
Peso Suelto del agregado fino (Kg)			
Cuadro 25. Peso unitario del agregado.	N° 1	4.740	
	N° 2	4.708	
	N° 3	4.709	
	PROMEDIO	4.719	
	PESO UNITARIO SUELTO (kg/m3)	1559.484	
	Peso Compactado del agregado fino (Kg)		
	N° 1	5.157	
N° 2	5.196		
N° 3	5.19		
PROMEDIO	5.181		
PESO UNITARIO COMPACTADO (kg/m3)	1712.161		

En el cuadro 25, se muestra el peso unitario del agregado; el peso unitario suelto fue 1559.484 kg/m3 y compactado fue 1712.161 kg/m3 y para los cálculos se tuvo en cuenta la norma ASTM C -29 y NTP 400.017. (1999) y se hallaron con las siguientes fórmulas:

- Promedio = Σ N°1, N°2 y N°3.

- Peso Unitario Suelto (kg/m³) = (Promedio / Volumen del recipiente).
- Peso Unitario Compactado (kg/m³) = (Promedio / Volumen del recipiente).

3.2.3. Peso específico y absorción del agregado:

Cuadro 26. Peso específico y absorción del agregado.

PESO ESPECIFICO Y ABSORCIÓN			
NTP 400.022			
N° de fiola	1	2	PROMEDIO
Peso de la fiola (gr)	183.30	136.20	
Temperatura (°C)	25.60	25.60	
Volumen de la fiola (cm ³)	500.00	500.00	
Peso del agregado saturado parcialmente seco (gr)	500.00	500.00	
Peso de la fiola + agua (gr)	680.02	632.00	
Peso de la fiola + agregado + agua (gr)	980.10	934.60	
Peso de la fiola + agregado + agua después de hervir (gr)	980.50	932.00	
Peso del agregado secado en el horno (gr)	473.50	472.90	
Peso específico de masa (gr/cm³)	2.37	2.36	2.37
Peso específico de masa saturado parcialmente seco (gr/cm³)	2.51	2.50	2.50
Peso específico aparente (gr/cm³)	2.74	2.74	2.74
Absorción (%)	5.60	5.73	5.66

--	--	--	--

En el cuadro 26, se muestra el peso específico y absorción del agregado; el peso específico de la masa fue 2.37 gr/cm³, el peso específico de masa saturado parcialmente seco fue 2.50 gr/cm³, el peso específico aparente fue 2.74 gr/cm³ y la absorción fue 5.66 %, para los cálculos se tuvo en cuenta la norma NTP 400.022. (2001) y se hallaron con las siguientes fórmulas:

- Peso específico de masa (gr/cm³) = [Peso del agregado secado en el horno (gr)] / [(Peso de la fiola + agua (gr)) + (Peso del agregado saturado parcialmente seco (gr)) – (Peso de la fiola + agregado + agua después de hervir (gr))].

- Peso específico de masa saturado parcialmente seco (gr/cm³) = [Peso del agregado saturado parcialmente seco (gr)] / [(Peso de la fiola + agua (gr)) + (Peso del agregado saturado parcialmente seco (gr)) – (Peso de la fiola + agregado + agua después de hervir (gr))].

- Peso específico aparente (gr/cm³) = [Peso del agregado secado en el horno (gr)] / [(Peso de la fiola + agua (gr)) + (Peso del agregado secado en el horno (gr)) – (Peso de la fiola + agregado + agua después de hervir (gr))].

- Absorción (%) = [(Peso del agregado saturado parcialmente seco (gr)) – (Peso del agregado secado en el horno (gr))] / [(Peso del agregado secado en el horno (gr))] x 100.

RESUMEN DE LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DEL AGREGADO FINO			
ENSAYO	VALOR	UNIDAD	NORMA
Módulo de Fineza	2.678	-----	ASTM C136 y NTP 400.012
Contenido de humedad	1.32	%	ASTM D-2216 y NTP 339.185
Peso Unitario Suelto	1559.484	kg/m3	ASTM C-29 y NTP 400.017
Peso Unitario Compactado	1712.161	kg/m3	ASTM C-29 y NTP 400.017
Peso específico de la masa	2.37	gr/cm3	NTP 400.022
Peso específico de la masa saturado parcialmente seco	2.50	gr/cm3	NTP 400.022
Peso específico aparente	2.74	gr/cm3	NTP 400.022
Absorción	5.66	%	NTP 400.022

27. Resumen de características físicas del agregado fino.

3.3. Dosificación de la mezcla de concreto:

➤ Cálculo de Materiales:

En el Cuadro 28, se muestra las características técnicas de los bloques y ladrillos de cemento Pacasmayo, según Prefabricados Pacasmayo, se tomó en cuenta este cuadro para la elaboración y dosificación de los ladrillos de concreto, el tipo de ladrillo que se elaboró y dosificó es el Ladrillo King Kong Tipo 14.

Cuadro 28. Características Técnicas de los Bloques y Ladrillos de cemento Pacasmayo.

TIPO	DIMENSIONES	RENDIMIENTO	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN	USOS Y APLICACIONES
LADRILLO KING KONG TIPO 10	24 x 13 x 9 cm	Soga: 37 unid. X m ²	Min. 10 Mpa (102Kg/cm ²)	Muros portantes y tabiquería.
		Cabeza: 66 unid. X m ²		

LADRILLO KING KONG TIPO 14	24 x 13 x 9 cm	Soga: 37 und. X m2	Min. 14 Mpa (143Kg/cm2)	Muros portantes y tabiquería.
		Cabeza: 66 und. X m3		
BLOQUE PARED 9	39 x 9 x 19 cm	12.5 und. x m2	Min. 4 Mpa (40Kg/cm2)	Muros no estructurales y tabiquería.
BLOQUE PARED 12	39 x 12 x 19 cm	12.5 und. x m2	Min. 7 Mpa (71Kg/cm2)	Albañilería armada y tabiquería.
BLOQUE PARED 14	39 x 14 x 19 cm	12.5 und. x m2	Min. 7 Mpa (71Kg/cm2)	Albañilería armada, cercos perimétricos y tabiquería.
BLOQUE PARED 19	39 x 19 x 19 cm	12.5 und. x m2	Min. 7 Mpa (71Kg/cm2)	Albañilería armada, cercos perimétricos y tabiquería.
BLOQUE TECHO 12	12 x 30 x 25 cm	10 und. x m2	Min. 1.67 Mpa (17Kg/cm2)	Techos Aligerados.
BLOQUE TECHO 15	15 x 30 x 25 cm	10 und. x m2	Min. 1.67 Mpa (17Kg/cm2)	Techos Aligerados.

Fuente: Prefabricados PACASMAYO.

Las dimensiones del ladrillo fueron de: 24cm (largo), 13cm (ancho) y 9cm (alto), dando un volumen unitario de 0.002808 m³. Teniendo en cuenta el porcentaje de desperdicio (5%) como se muestra en el cuadro 29, según CAPECO – Costos y Presupuesto en Edificación. (2003).

Cuadro 29. Porcentaje de Desperdicio.

DESCRIPCIÓN	% DESPERDICIO PROM.
Mezcla para concreto	5
Mortero	10
Ladrillo para muros	5
Ladrillo para techos	5
Loseta para pisos	5
Mayólica	5
Clavos	15
Madera	10
Acero de Refuerzo	
ϕ 3/8"	3
ϕ 1/2"	5
ϕ 5/8"	7
ϕ 3/4"	8
ϕ 1"	10

Fuente:

CAPECO - Costos y Presupuestos en Edificación. (2003).

El volumen unitario del ladrillo con el porcentaje de desperdicios hizo un total de 0.0029 m³.

Debido a que, la cáscara y la ceniza de arroz se obtuvieron de la ciudad de Guadalupe – Pacasmayo - La libertad, se calculó la cantidad de material que se necesitó para elaborar los ladrillos y realizar el ensayo fisicoquímico del mismo.

- Cantidades de Materiales para ladrillos de 5% de CA Y CCA:

a) Cáscara de Arroz:

0.002948 ----- 100%

CA ----- 5%

CA = 0.00015 m³ (Para 1 ladrillo)

CA = 0.00295 m³ (Para 20 ladrillos)

b) Ceniza de la Cáscara de Arroz:

0.002948 ----- 100%
CCA ----- 5%

CCA = 0.00015 m³ (Para 1 ladrillo)

CCA = 0.00295 m³ (Para 20 ladrillos)

- Cantidades de Materiales para ladrillos de 10% de CA Y CCA:

a) Cáscara de Arroz:

0.002948 ----- 100%
CA ----- 10%

CA = 0.00029 m³ (Para 1 ladrillo)

CA = 0.0059 m³ (Para 20 ladrillos)

b) Ceniza de la Cáscara de Arroz:

0.002948 ----- 100%
CCA ----- 10%

CCA = 0.00029 m³ (Para 1 ladrillo)

CCA = 0.0059 m³ (Para 20 ladrillos)

- Cantidades de Materiales para ladrillos de 15% de CA Y CCA:

a) Cáscara de Arroz:

0.002948 ----- 100%
CA ----- 105%

CA = 0.00044 m³ (Para 1 ladrillo)

CA = 0.00885 m³ (Para 20 ladrillos)

b) Ceniza de la Cáscara de Arroz:

$$\begin{array}{r} 0.002948 \text{ ----- } 100\% \\ \text{CCA} \text{ ----- } 10\% \end{array}$$

$$\text{CCA} = 0.00044 \text{ m}^3 \text{ (Para 1 ladrillo)}$$

$$\text{CCA} = 0.00885 \text{ m}^3 \text{ (Para 20 ladrillos)}$$

- TOTAL:

a) Cáscara de Arroz = 0.01769 m³ (Volumen total)

b) Ceniza de la Cáscara de Arroz = 0.01769 m³ (Volumen total)

Suponiendo que un saco normal tiene un volumen de 0.048 m³ (Volumen de Saco – VS), el volumen que se necesitó para CA y CCA es:

$$\begin{aligned} - \text{ Volumen CA} &= (\text{Volumen Total CA}) / (\text{Volumen del Saco}) = (0.01769) / (0.048) \\ &= 0.36855 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} - \text{ Volumen CCA} &= (\text{Volumen Total CCA}) / (\text{Volumen del Saco}) = (0.01769) / \\ &(0.048) = 0.36855 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

Entonces, se necesitó 0.40 sacos (Esta cantidad de material se obtuvo de forma tentativa, ya que el material requerido se calculó en la dosificación); debido que, se venden por sacos se necesitó 1 saco de cada uno de los materiales (CA y CCA).

Para la dosificación del material o la mezcla que se utilizó, tuvimos en cuenta a CAPECO (Cámara Peruana de la Construcción), en el cuadro 30, se muestra las proporciones usualmente utilizadas en construcciones – cantidad de materiales por m³ de concreto, según CAPECO – Costos y Presupuestos en Edificación (2003).

Cuadro 30. Proporciones usualmente Utilizadas en construcciones - cantidad de materiales por m3 de concreto.

RESISTENCIA CONCRETO F'c (kg/cm2)	a/c	Slump. Pulg.	Tamaño Agregado (pulg)	Dosificación en Volumen	Materiales m3			
					Cemento	Arena	Piedra	Agua
					bls.	m3	m3	m3
140	0.61	4	(3/4)	1 : 2.5 : 3.5	7.01	0.51	0.54	0.184
175	0.51	3	(1/2)	1 : 2.5 : 2.5	8.43	0.54	0.55	0.185
210	0.45	3	(1/2)	1 : 2.0 : 2.0	9.73	0.52	0.53	0.186
245	0.38	3	(1/2)	1 : 1.5 : 1.5	11.50	0.50	0.51	0.187
280	0.38	3	(1/2)	1 : 1.0 : 1.5	13.43	0.45	0.51	0.189

Fuente: CAPECO - Costos y Presupuestos en Edificación. (2003).

La resistencia del concreto de diseño y que se usó para el diseño de mezclas fue $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$. Haciendo uso el cuadro 19, se calculó la cantidad de concreto:

A) Grupo con 0% de CCA y CA:

Volumen = 0.059 m3 (Para 20 Ladrillos)

- CEMENTO: $(8.43 \text{ bols} / \text{m}^3) \times (0.059 \text{ m}^3) = 0.50 \text{ bolsas.}$
- ARENA: $(0.54 \text{ m}^3 / \text{m}^3) \times (0.059 \text{ m}^3) = 0.032 \text{ m}^3 = 32 \text{ litros.}$
- PIEDRA: $(0.55 \text{ m}^3 / \text{m}^3) \times (0.059 \text{ m}^3) = 0.032 \text{ m}^3 = 32 \text{ litros.}$
- AGUA: $(0.185 \text{ m}^3 / \text{m}^3) \times (0.059 \text{ m}^3) = 0.0109 \text{ m}^3 = 10.90 \text{ litros.}$

B) Grupo con 5% de CCA y CA:

Volumen = 0.059 m3 (Para 20 Ladrillos)

NOTA: La arena y el confitillo solo se usó el 95% ya que el 5% fue ceniza y cáscara (c/u).

- CEMENTO: $(8.43 \text{ bols} / \text{m}^3) \times (0.059 \text{ m}^3) = 0.50 \text{ bolsas.}$
- ARENA: $(0.54 \text{ m}^3 / \text{m}^3) \times (0.059 \text{ m}^3) = 0.032 \text{ m}^3 = 32 \text{ litros.}$
Solo el 95%: $(0.032 \times 95) / 100 = 0.0303 \text{ m}^3 = 30.30 \text{ litros.}$
El 5% CCA = $(0.032 \times 5) / 100 = 0.0016 \text{ m}^3 = 1.60 \text{ litros.}$
- PIEDRA: $(0.55 \text{ m}^3 / \text{m}^3) \times (0.059 \text{ m}^3) = 0.032 \text{ m}^3 = 32 \text{ litros.}$
Solo el 95%: $(0.032 \times 95) / 100 = 0.0308 \text{ m}^3 = 30.80 \text{ litros.}$
El 5% CA = $(0.032 \times 5) / 100 = 0.0016 \text{ m}^3 = 1.60 \text{ litros.}$
- AGUA: $(0.185 \text{ m}^3 / \text{m}^3) \times (0.059 \text{ m}^3) = 0.0109 \text{ m}^3 = 10.90 \text{ litros.}$

C) Grupo con 10% de CCA y CA:

Volumen = 0.059 m³ (Para 20 Ladrillos)

NOTA: La arena y el confitillo solo se usó el 90% ya que el 10% fue ceniza y cáscara (c/u).

- CEMENTO: $(8.43 \text{ bols} / \text{m}^3) \times (0.059 \text{ m}^3) = 0.50 \text{ bolsas.}$
- ARENA: $(0.54 \text{ m}^3 / \text{m}^3) \times (0.059 \text{ m}^3) = 0.032 \text{ m}^3 = 32 \text{ litros.}$
Solo el 90%: $(0.032 \times 90) / 100 = 0.0287 \text{ m}^3 = 28.70 \text{ litros.}$
El 10% CCA = $(0.032 \times 10) / 100 = 0.0032 \text{ m}^3 = 3.20 \text{ litros.}$
- PIEDRA: $(0.55 \text{ m}^3 / \text{m}^3) \times (0.059 \text{ m}^3) = 0.032 \text{ m}^3 = 32 \text{ litros.}$
Solo el 90%: $(0.032 \times 90) / 100 = 0.0292 \text{ m}^3 = 29.20 \text{ litros.}$
El 10% CA = $(0.032 \times 10) / 100 = 0.0032 \text{ m}^3 = 3.20 \text{ litros.}$
- AGUA: $(0.185 \text{ m}^3 / \text{m}^3) \times (0.059 \text{ m}^3) = 0.0109 \text{ m}^3 = 10.90 \text{ litros.}$

D) Grupo con 15% de CCA y CA:

Volumen = 0.059 m³ (Para 20 Ladrillos)

NOTA: La arena y el confitillo solo se usó el 85% ya que el 15% fue ceniza y cáscara (c/u).

- CEMENTO: $(8.43 \text{ bols} / \text{m}^3) \times (0.059 \text{ m}^3) = 0.50 \text{ bolsas.}$
- ARENA: $(0.54 \text{ m}^3 / \text{m}^3) \times (0.059 \text{ m}^3) = 0.032 \text{ m}^3 = 32 \text{ litros.}$
Solo el 85%: $(0.032 \times 85) / 100 = 0.0271 \text{ m}^3 = 27.10 \text{ litros.}$
El 15% CCA = $(0.032 \times 15) / 100 = 0.0048 \text{ m}^3 = 4.80 \text{ litros.}$
- PIEDRA: $(0.55 \text{ m}^3 / \text{m}^3) \times (0.059 \text{ m}^3) = 0.032 \text{ m}^3 = 32 \text{ litros.}$

Solo el 85%: $(0.032 \cdot 85) / 100 = 0.0276 \text{ m}^3 = 27.60 \text{ litros}$.

El 15% CA = $(0.032 \cdot 15) / 100 = 0.0049 \text{ m}^3 = 4.90 \text{ litros}$.

- AGUA: $(0.185 \text{ m}^3 / \text{m}^3) \times (0.059 \text{ m}^3) = 0.0109 \text{ m}^3 = 10.90 \text{ litros}$.

-

❖ TOTAL:

CEMENTO = 3 Bolsas (42.5 kg).

ARENA = $0.118 \text{ m}^3 = 118 \text{ litros}$ (5 latas y $3/4$ y un poco más = 6 latas).

CCA = 0.010 m^3

CONFITILLO = $0.120 \text{ m}^3 = 120 \text{ litros}$ (6 latas)

CA = 0.010 m^3

AGUA = $0.044 \text{ m}^3 = 44 \text{ litros}$ (2 latas y casi $1/4$)

Entonces, se necesitó medio saco de CA y CCA (c/u), ya que se requirió también para el ensayo fisicoquímico. Además, se usó cal de obra en la mezcla para la elaboración de los ladrillos, proporcionamos el 1% del total de cemento que utilizamos para elaborar 20 ladrillos, es decir, 0.50 bolsas fue 21.25kg, el 1% de esto es 0.2125kg que en gramos fue 212.5gr por cada 20 ladrillos, en total usamos 850 gr de cal de obra para elaborar los ladrillos; también usamos un acelerante de fraguado llamado “Chema 3” de la marca Chema, tuvimos en cuenta los rendimientos en la ficha técnica del producto, 500 ml por bolsa de cemento ($1/2$ litro), como usamos $1/2$ bolsa de cemento por cada grupo, entonces usamos 250 ml por grupo, en total usamos 1 litro del acelerante de fraguado Chema 3.

Para que el trabajo en la elaboración de los ladrillos sea el óptimo, se decidió calcular los materiales para 2 tandas de 10 ladrillos c/u. Por ello, se calculó el material de la siguiente manera:

A) Grupo con 0% de CCA y CA:

Volumen = 0.02948 m^3 (Para 10 Ladrillos)

- CEMENTO: $(8.43 \text{ bols} / \text{m}^3) \times (0.029 \text{ m}^3) = 0.249 \text{ bls.} = 10.56 \text{ kg}$.

- ARENA: $(0.54 \text{ m}^3 / \text{m}^3) \times (0.029 \text{ m}^3) = 0.016 \text{ m}^3 = 16 \text{ litros}$.

- PIEDRA: $(0.55 \text{ m}^3 / \text{m}^3) \times (0.029 \text{ m}^3) = 0.016 \text{ m}^3 = 16 \text{ litros.}$
- AGUA: $(0.185 \text{ m}^3 / \text{m}^3) \times (0.029 \text{ m}^3) = 0.0055 \text{ m}^3 = 5.50 \text{ litros.}$

CONCLUSIÓN: Con el diseño de dosificación para 10 ladrillos solo se obtuvieron 9 ladrillos.

B) Grupo con 5% de CCA y CA:

Volumen = 0.02948 m³ (Para 10 Ladrillos)

NOTA: La arena y el confitillo solo se usó el 95% ya que el 5% fue ceniza y cáscara (c/u).

- CEMENTO: $(8.43 \text{ bols} / \text{m}^3) \times (0.029 \text{ m}^3) = 0.249 \text{ bls.} = 10.56 \text{ kg.}$
- ARENA: $(0.54 \text{ m}^3 / \text{m}^3) \times (0.059 \text{ m}^3) = 0.016 \text{ m}^3 = 16 \text{ litros.}$

Solo el 95%: $(0.016 \times 95) / 100 = 0.0151 \text{ m}^3 = 15.10 \text{ litros.}$

El 5% CCA = $(0.016 \times 5) / 100 = 0.0008 \text{ m}^3 = 0.80 \text{ litros.}$

- PIEDRA: $(0.55 \text{ m}^3 / \text{m}^3) \times (0.029 \text{ m}^3) = 0.016 \text{ m}^3 = 16 \text{ litros.}$

Solo el 95%: $(0.016 \times 95) / 100 = 0.0154 \text{ m}^3 = 15.40 \text{ litros.}$

El 5% CA = $(0.016 \times 5) / 100 = 0.0016 \text{ m}^3 = 0.80 \text{ litros.}$

- AGUA: $(0.185 \text{ m}^3 / \text{m}^3) \times (0.029 \text{ m}^3) = 0.0055 \text{ m}^3 = 5.50 \text{ litros.}$

CONCLUSIÓN: Con el diseño de dosificación para 10 ladrillos solo se obtuvieron 8 ladrillos.

C) Grupo con 10% de CCA y CA:

Volumen = 0.02948 m³ (Para 10 Ladrillos)

NOTA: La arena y el confitillo solo se usó el 90% ya que el 10% fue ceniza y cáscara (c/u).

- CEMENTO: $(8.43 \text{ bols} / \text{m}^3) \times (0.029 \text{ m}^3) = 0.249 \text{ bls.} = 10.56 \text{ kg.}$
- ARENA: $(0.54 \text{ m}^3 / \text{m}^3) \times (0.029 \text{ m}^3) = 0.016 \text{ m}^3 = 16 \text{ litros.}$

Solo el 90%: $(0.016 \times 90) / 100 = 0.0143 \text{ m}^3 = 14.30 \text{ litros.}$

El 10% CCA = $(0.016 \times 10) / 100 = 0.0016 \text{ m}^3 = 1.60 \text{ litros.}$

- PIEDRA: $(0.55 \text{ m}^3 / \text{m}^3) \times (0.029 \text{ m}^3) = 0.016 \text{ m}^3 = 16 \text{ litros.}$

Solo el 90%: $(0.016 \times 90) / 100 = 0.0146 \text{ m}^3 = 14.60 \text{ litros.}$

El 10% CA = $(0.016 \times 10) / 100 = 0.0016 \text{ m}^3 = 1.60 \text{ litros.}$

- AGUA: $(0.185 \text{ m}^3 / \text{m}^3) \times (0.029 \text{ m}^3) = 0.0055 \text{ m}^3 = 5.50 \text{ litros}$.

CONCLUSIÓN: Con el diseño de dosificación para 10 ladrillos solo se obtuvieron 7 ladrillos.

D) Grupo con 15% de CCA y CA:

Volumen = 0.02948 m³ (Para 10 Ladrillos)

NOTA: La arena y el confitillo solo se usó el 85% ya que el 15% fue ceniza y cáscara (c/u).

- CEMENTO: $(8.43 \text{ bols} / \text{m}^3) \times (0.029 \text{ m}^3) = 0.249 \text{ bls.} = 10.56 \text{ kg}$.

- ARENA: $(0.54 \text{ m}^3 / \text{m}^3) \times (0.029 \text{ m}^3) = 0.016 \text{ m}^3 = 16 \text{ litros}$.

Solo el 85%: $(0.016 \times 85) / 100 = 0.0135 \text{ m}^3 = 13.50 \text{ litros}$.

El 15% CCA = $(0.016 \times 15) / 100 = 0.0024 \text{ m}^3 = 2.40 \text{ litros}$.

- PIEDRA: $(0.55 \text{ m}^3 / \text{m}^3) \times (0.059 \text{ m}^3) = 0.016 \text{ m}^3 = 16 \text{ litros}$.

Solo el 85%: $(0.016 \times 85) / 100 = 0.0138 \text{ m}^3 = 13.80 \text{ litros}$.

El 15% CA = $(0.016 \times 15) / 100 = 0.0024 \text{ m}^3 = 2.40 \text{ litros}$.

- AGUA: $(0.185 \text{ m}^3 / \text{m}^3) \times (0.059 \text{ m}^3) = 0.0055 \text{ m}^3 = 5.50 \text{ litros}$

CONCLUSIÓN: Con el diseño de dosificación para 10 ladrillos solo se obtuvieron 6 ladrillos.

Se recalculó la cantidad de material que utilizamos, debido a que no se obtuvieron la cantidad de ladrillos con la dosificación de diseño; ya que la cáscara y la ceniza reducen en volumen y cantidad los materiales, además de la mala compactación de la mezcla.

❖ TOTAL:

CEMENTO = 3 Bolsas (42.5 kg).

ARENA = 0.146 m³ = 146 litros (7 latas y 1/4 y un poco más = 8 latas).

CCA = 0.014 m³

CONFITILLO = 0.148 m³ = 148 litros (7 latas y casi 1/2 = 8 latas)

CA = 0.014 m³

AGUA = 0.055 m³ = 55 litros (2 latas y 3/4)

El curado y secado del ladrillo se hizo en 7 y 28 días respectivamente, para el curado se utilizó agua, a continuación se presenta el curado y secado de los ladrillos.

- a) Ladrillos con el 0% de CA y CCA: En la figura 22, se muestra el curado y secado del ladrillo con el 0% de CA y CCA, que inició el 23/09/2018 y finalizó el 21/10/2018.

INICIO:			23/09/2018			FIN:			21/10/2018		
DÍA 1:	24/09/2018	✓	DÍA 15:	08/10/2018	✓						
DÍA 2:	25/09/2018	✓	DÍA 16:	09/10/2018	✓						
DÍA 3:	26/09/2018	✓	DÍA 17:	10/10/2018	✓						
DÍA 4:	27/09/2018	✓	DÍA 18:	11/10/2018	✓						
DÍA 5:	28/09/2018	✓	DÍA 19:	12/10/2018	✓						
DÍA 6:	29/09/2018	✓	DÍA 20:	13/10/2018	✓						
DÍA 7:	30/09/2018	✓	DÍA 21:	14/10/2018	✓						
DÍA 8:	01/10/2018	✓	DÍA 22:	15/10/2018	✓						
DÍA 9:	02/10/2018	✓	DÍA 23:	16/10/2018	✓						
DÍA 10:	03/10/2018	✓	DÍA 24:	17/10/2018	✓						
DÍA 11:	04/10/2018	✓	DÍA 25:	18/10/2018	✓						
DÍA 12:	05/10/2018	✓	DÍA 26:	19/10/2018	✓						
DÍA 13:	06/10/2018	✓	DÍA 27:	20/10/2018	✓						
DÍA 14:	07/10/2018	✓	DÍA 28:	21/10/2018	✓						

Figura 22. El curado y secado del ladrillo con el 0% de CA y CCA.

- b) Ladrillos con el 5% de CA y CCA: En la figura 23, se muestra el curado y secado del ladrillo con el 5% de CA y CCA, que inició el 24/09/2018 y finalizó el 22/10/2018.

INICIO:			24/09/2018			FIN:			22/10/2018		
DÍA 1:	25/09/2018	✓	DÍA 15:	09/10/2018	✓						
DÍA 2:	26/09/2018	✓	DÍA 16:	10/10/2018	✓						
DÍA 3:	27/09/2018	✓	DÍA 17:	11/10/2018	✓						
DÍA 4:	28/09/2018	✓	DÍA 18:	12/10/2018	✓						
DÍA 5:	29/09/2018	✓	DÍA 19:	13/10/2018	✓						
DÍA 6:	30/09/2018	✓	DÍA 20:	14/10/2018	✓						
DÍA 7:	01/10/2018	✓	DÍA 21:	15/10/2018	✓						
DÍA 8:	02/10/2018	✓	DÍA 22:	16/10/2018	✓						
DÍA 9:	03/10/2018	✓	DÍA 23:	17/10/2018	✓						
DÍA 10:	04/10/2018	✓	DÍA 24:	18/10/2018	✓						
DÍA 11:	05/10/2018	✓	DÍA 25:	19/10/2018	✓						
DÍA 12:	06/10/2018	✓	DÍA 26:	20/10/2018	✓						
DÍA 13:	07/10/2018	✓	DÍA 27:	21/10/2018	✓						
DÍA 14:	08/10/2018	✓	DÍA 28:	22/10/2018	✓						

Figura 23. El curado y secado del ladrillo con el 5% de CA y CCA.

- c) Ladrillos con el 10% de CA y CCA: En la figura 24, se muestra el curado y secado del ladrillo con el 10% de CA y CCA, que inició el 25/09/2018 y finalizó el 23/10/2018.

INICIO:			25/09/2018			FIN:			23/10/2018		
DÍA 1:	26/09/2018	✓	DÍA 15:	10/10/2018	✓						
DÍA 2:	27/09/2018	✓	DÍA 16:	11/10/2018	✓						
DÍA 3:	28/09/2018	✓	DÍA 17:	12/10/2018	✓						
DÍA 4:	29/09/2018	✓	DÍA 18:	13/10/2018	✓						
DÍA 5:	30/09/2018	✓	DÍA 19:	14/10/2018	✓						
DÍA 6:	01/10/2018	✓	DÍA 20:	15/10/2018	✓						
DÍA 7:	02/10/2018	✓	DÍA 21:	16/10/2018	✓						
DÍA 8:	03/10/2018	✓	DÍA 22:	17/10/2018	✓						
DÍA 9:	04/10/2018	✓	DÍA 23:	18/10/2018	✓						
DÍA 10:	05/10/2018	✓	DÍA 24:	19/10/2018	✓						
DÍA 11:	06/10/2018	✓	DÍA 25:	20/10/2018	✓						
DÍA 12:	07/10/2018	✓	DÍA 26:	21/10/2018	✓						
DÍA 13:	08/10/2018	✓	DÍA 27:	22/10/2018	✓						
DÍA 14:	09/10/2018	✓	DÍA 28:	23/10/2018	✓						

Figura 24. El curado y secado del ladrillo con el 10% de CA y CCA.

- d) Ladrillos con el 15% de CA y CCA: En la figura 25, se muestra el curado y secado del ladrillo con el 15% de CA y CCA, que inició el 26/09/2018 y finalizó el 24/10/2018.

INICIO:			26/09/2018			FIN:			24/10/2018		
DÍA 1:	27/09/2018	✓	DÍA 15:	11/10/2018	✓						
DÍA 2:	28/09/2018	✓	DÍA 16:	12/10/2018	✓						
DÍA 3:	29/09/2018	✓	DÍA 17:	13/10/2018	✓						
DÍA 4:	30/09/2018	✓	DÍA 18:	14/10/2018	✓						
DÍA 5:	01/10/2018	✓	DÍA 19:	15/10/2018	✓						
DÍA 6:	02/10/2018	✓	DÍA 20:	16/10/2018	✓						
DÍA 7:	03/10/2018	✓	DÍA 21:	17/10/2018	✓						
DÍA 8:	04/10/2018	✓	DÍA 22:	18/10/2018	✓						
DÍA 9:	05/10/2018	✓	DÍA 23:	19/10/2018	✓						
DÍA 10:	06/10/2018	✓	DÍA 24:	20/10/2018	✓						
DÍA 11:	07/10/2018	✓	DÍA 25:	21/10/2018	✓						
DÍA 12:	08/10/2018	✓	DÍA 26:	22/10/2018	✓						
DÍA 13:	09/10/2018	✓	DÍA 27:	23/10/2018	✓						
DÍA 14:	10/10/2018	✓	DÍA 28:	24/10/2018	✓						

Figura 25. El curado y secado del ladrillo con el 15% de CA y CCA.

3.4. Resistencia a compresión de los ladrillos de concreto:

Esta variable se refiere al peso que puede soportar el ladrillo al ser sometidos a compresión. Para poder iniciar el análisis comparativo de los grupos en estudio, se realizó primero la prueba de normalidad, para poder afirmar si los datos tienen una distribución normal.

Cuadro 31. Prueba de Normalidad de la Resistencia a Compresión.

Resistencia	Shapiro-Wilk (N < 50)		
	Estadístico	gl	Sig.
	0.928	12	0.355

Fuente: IBM SPSS Statistics 25.

En el cuadro 31, se muestra la prueba de normalidad de la resistencia a compresión, en donde se puede ver que el nivel de significancia fue 0.355 mayor a 0.05, (elegimos el Sig. de Shapiro-Wilk, ya que tuvimos menos de 50 datos), por ende los datos siguen una distribución normal; hicimos el análisis estadístico comparativo de medias (ANOVA de un factor).

Cuadro 32. Análisis estadístico comparativo de medias (ANOVA de un factor).

ANOVA	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	3170.555	3	1056.852	2.806	0.108
Dentro de grupos	3013.262	8	376.658		
Total	6183.817	11			

Fuente: IBM SPSS Statistics 25.

En el cuadro 32, se muestra el análisis estadístico comparativo de medias (ANOVA de un factor), en el cual el nivel de significancia fue 0.108 mayor que 0.05, esto quiere decir que no hubo diferencias significativas entre las resistencias a compresión de los grupos de estudio.

Cuadro 33. Análisis descriptivo de medias de la resistencia a compresión.

Grupos	N	Media	Desv. Desviación	Desv. Error	Límite inferior	Límite superior	Mínimo	Máximo
Grupo 1 o Patrón (0% CA y CCA)	3	178.73	3.006332	1.735707	171.26519	186.20148	175.780	181.790
Grupo 2 (5% CA y CCA)	3	145.68	27.565018	15.914671	77.20803	214.15863	121.870	175.880
Grupo 3 (10% CA y CCA)	3	152.44	12.795399	7.387427	120.6578	184.22887	138.790	164.160
Grupo 4 (15% CA y CCA)	3	134.53	23.959141	13.832816	75.01886	194.05447	111.970	159.680
Total	12	152.84	23.710022	6.844494	137.78454	167.91380	111.970	181.790

Fuente: IBM SPSS Statistics 25.

En el cuadro 33, se muestra el análisis descriptivo de medias de la resistencia compresión, con un 95% del intervalo de confianza para la media. La media del grupo del grupo patrón (0% CA y CCA) fue 178.733, del grupo 2 (5% CA y CCA) fue 145.683, del grupo 3 (10%CA y CCA) fue 152.443 y del grupo 4 (15% CA y CCA) fue 134.537. Además, de los valores mínimos y máximos de cada grupo en estudio, que se describió más adelante.

Cuadro 34. Ensayo de resistencia a compresión seleccionados según norma.

ENSAYO DE RESISTENCIA A COMPRESIÓN – NTP 399.601 y NTP 399.604							
MUESTRA DE LADRILLO	Fuerza de Compresión (KN)	Resistencia a Compresión (N/mm ²)	Resistencia a Compresión (Kg - f/cm ²)	MUESTRA DE LADRILLO	Fuerza de Compresión (KN)	Resistencia a Compresión (N/mm ²)	Resistencia a Compresión (Kg - f/cm ²)
Grupo 1 o Patrón (0% CA y CCA)				Grupo 3 (10% CA y CCA)			
LA1	547.00	17.53	178.63	LC1	502.60	16.11	164.16
LA2	538.30	17.25	175.78	LC2	425.00	13.62	138.79
LA3	456.50	17.84	181.79	LC3	472.60	15.15	154.38
Mínimo		17.25	175.78	Mínimo		13.62	138.79
Promedio		17.54	178.73	Promedio		14.96	152.44
Máximo		17.84	181.79	Máximo		16.11	164.16
Grupo 2 (5% CA y CCA)				Grupo 4 (15% CA y CCA)			
LB1	538.40	17.26	175.88	LD1	489.00	15.67	159.68
LB2	426.70	13.67	139.30	LD2	280.40	10.99	111.97
LB3	373.30	11.96	121.87	LD3	403.90	12.95	131.96
Mínimo		11.96	121.87	Mínimo		10.99	111.97
Promedio		14.30	145.68	Promedio		13.20	134.54
Máximo		17.26	175.88	Máximo		15.67	159.68

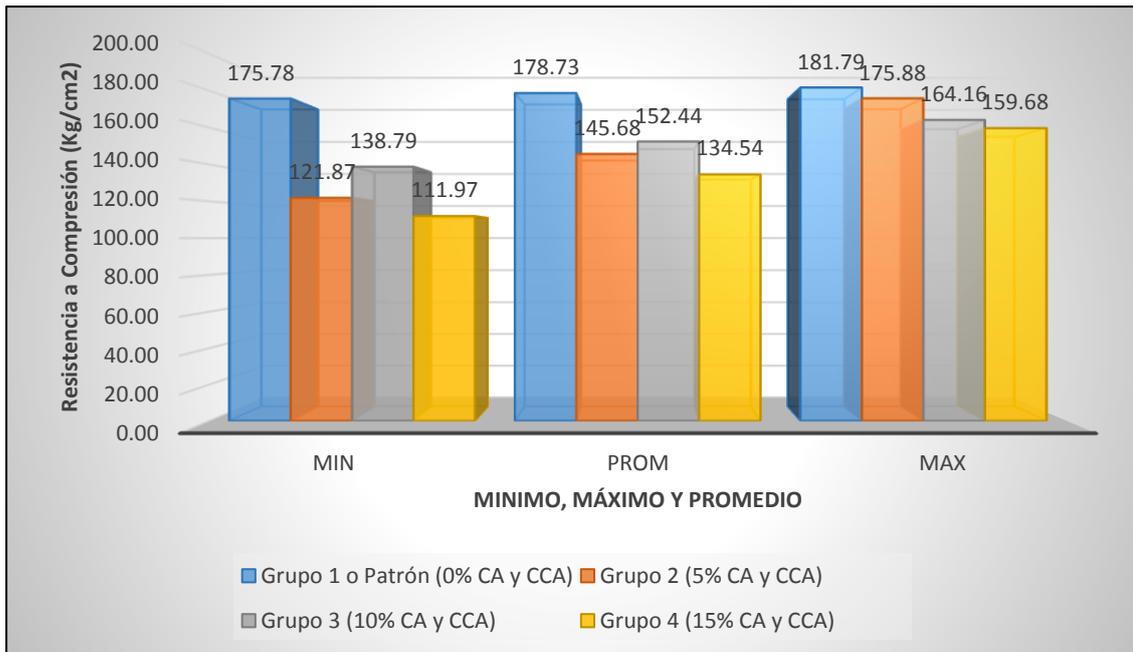


Figura 26. Valores mínimos, promedios y máximos de la resistencia a compresión de los ladrillos de concreto, del grupo 1 o patrón, grupo 2, grupo 3 y grupo 4.

En el cuadro 34, se muestra los 3 datos de resistencia a compresión seleccionados con mayor valor obtenidos en los ensayos; puesto que, según la NTP 399.601, solo requiere 3 valores como mínimo para poder obtener la resistencia a compresión promedio de los ladrillos de concreto y en la figura 26 se muestra los valores mínimos, promedios y máximos de la resistencia a compresión de los ladrillos de concreto, del grupo 1 o patrón, grupo 2, grupo 3 y grupo 4, el valor mínimo de resistencia a compresión de los cuatro grupos son: el grupo patrón obtuvo 175.78 kg/cm², el grupo 2 obtuvo 121.87 kg/cm², el grupo 3 obtuvo 138.79 kg/cm² y el grupo 4 obtuvo 111.97 kg/cm²; el valor promedio de resistencia de compresión de los cuatro grupo son: el grupo patrón obtuvo 178.73 kg/cm², el grupo 2 obtuvo 145.68 kg/cm², el grupo 3 obtuvo 152.44 kg/cm² y el grupo 4 obtuvo 134.54 kg/cm² y el valor máximo de resistencia a compresión de los cuatro grupos son: el grupo patrón obtuvo 181.79 kg/cm², el grupo 2 obtuvo 175.88 kg/cm², el grupo 3 obtuvo 164.16 kg/cm² y el grupo 4 obtuvo 159.68 kg/cm². De los cuales el que obtuvo mayor resistencia a compresión fue el grupo patrón con 178.73 kg/cm² y el ladrillo con la adición de CA y CCA que obtuvo mayor resistencia a compresión fue el grupo 3 con 152.44 kg/cm², el que le sigue fue el grupo 2 con 145.68 kg/cm² y el que

obtuvo menor resistencia a compresión fue el grupo 4 con 134.54 kg/cm², que no cumplió con el mínimo de la norma.

En el Anexo 14 (Figura 27), se muestra los valores que se obtuvieron del ensayo de resistencia a compresión, realizado en el laboratorio de Concreto y Reciclado de la Facultad de Ingeniería de Materiales de la Universidad Nacional de Trujillo, los cuales se compararon para poder establecer, cuál de ellos es aceptado según la NTP 399.601.

Debido a que no hubo diferencias significativas entre los grupos, se realizó una comparación porcentual de variación de la resistencia a compresión.

Cuadro 35. Comparación porcentual de variación de la resistencia a compresión.

GRUPOS	N	Resistencia a Compresión (kg/cm ²)	% de variación con respecto al patrón	% de variación según norma
Grupo 1 o Patrón (0% CA y CCA)	3	178.73	0.000	25.198
Grupo 2 (5% CA y CCA)	3	145.68	-18.491	2.048
Grupo 3 (10% CA y CCA)	3	152.44	-14.709	6.783
Grupo 4 (15% CA y CCA)	3	134.54	-24.728	-5.760
NORMA	3	142.76	-----	0.000

En el cuadro 35, se presenta la comparación porcentual de variación de la resistencia a compresión de los ladrillos de concreto; el % de variación con respecto al patrón, se expresa que el grupo patrón obtuvo mayor resistencia de los 4 grupos, el grupo 2 disminuyó un 18.491% con respecto al grupo patrón, el grupo 3 disminuyó un 14.709% con respecto al grupo patrón y el grupo 4 disminuyó un 24.728% con respecto al grupo patrón. El % de variación según el mínimo de la norma, el grupo patrón aumentó 25.198%, el grupo 2 aumentó 2.048%, el grupo 3 aumentó 6.783% y el grupo 4 disminuyó 5.760%.

3.5. Absorción (%) de los ladrillos de concreto:

Esta variable se refiere al porcentaje agua puede absorber el ladrillo de concreto. Para poder iniciar el análisis comparativo de los grupos en estudio, se realizó primero la prueba de normalidad, para poder afirmar si los datos tienen una distribución normal.

Cuadro 36. Prueba de Normalidad de la Absorción.

Absorción	Shapiro-Wilk (N < 50)		
	Estadístico	gl	Sig.
	0.934	12	0.428

Fuente: IBM SPSS Statistics 25.

En el cuadro 36, se muestra la prueba de normalidad de la absorción, en donde se puede ver que el nivel de significancia fue 0.428 mayor a 0.05 (elegimos el Sig. de Shapiro-Wilk, ya que tuvimos menos de 50 datos), por ende los datos siguen una distribución normal; hicimos el análisis estadístico comparativo de medias (ANOVA de un factor).

Cuadro 37. Análisis estadístico comparativo de medias (ANOVA de un factor).

ANOVA	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	2.977	3	0.992	0.499	0.693
Dentro de grupos	15.904	8	1.988		
Total	18.881	11			

Fuente: IBM SPSS Statistics 25.

En el cuadro 37, se muestra el análisis estadístico comparativo de medias (ANOVA de un factor), en el cual el nivel de significancia fue 0.693 mayor que 0.05, esto quiere decir que no hubo diferencias significativas entre las absorciones de los grupos de estudio.

Cuadro 38. Análisis descriptivo de medias de la absorción.

Grupos	N	Media	Desv. Desviación	Desv. Error	Límite inferior	Límite superior	Mínimo	Máximo
Grupo 1 o Patrón (0% CA y CCA)	3	4.00	1.364289	0.787672	0.60784	7.386	3.019	5.556
Grupo 2 (5% CA y CCA)	3	5.12	1.755506	1.013542	0.75798	9.47981	3.685	7.077
Grupo 3 (10% CA y CCA)	3	4.46	0.836302	0.482839	2.38625	6.54123	3.526	5.131
Grupo 4 (15% CA y CCA)	3	5.22	1.519758	0.877433	1.44121	8.99179	3.471	6.244
Total	12	4.70	1.310151	0.378208	3.86658	5.53144	3.019	7.077

Fuente: IBM SPSS Statistics 25.

En el cuadro 38, se muestra el análisis descriptivo de medias de la absorción, con un 95% del intervalo de confianza para la media. La media del grupo patrón (0% CA y CCA) fue 3.997, del grupo 2 (5% CA y CCA) fue 5.119, del grupo 3 (10% CA y CCA) fue 4.463 y del grupo 4 (15% CA y CCA) fue 5.216. Además, de los valores mínimos y máximos de cada grupo en estudio, que se describió más adelante.

Cuadro 39. Ensayo de absorción seleccionados según norma.

ENSAYO DE ABSORCIÓN - NTP 399.601 y NTP 399.604							
MUESTRA DE LADRILLO	Peso Saturado (Kg)	Peso Seco (Kg)	Absorción (%)	MUESTRA DE LADRILLO	Peso Saturado (Kg)	Peso Seco (Kg)	Absorción (%)
Grupo 1 o Patrón (0% CA y CCA)				Grupo 3 (10% CA y CCA)			
LA1	6.146	5.943	3.42	LC1	5.921	5.632	5.13
LA2	6.312	6.127	3.02	LC2	6.225	6.013	3.53
LA3	6.137	5.814	5.56	LC3	6.106	5.83	4.73
Mínimo			3.02	Mínimo			3.53
Promedio			4.00	Promedio			4.46
Máximo			5.56	Máximo			5.13
Grupo 2 (5% CA y CCA)				Grupo 4 (15% CA y CCA)			
LB1	5.828	5.572	4.59	LD1	6.022	5.82	3.47
LB2	5.880	5.671	3.69	LD2	5.873	5.544	5.93
LB3	5.795	5.412	7.08	LD3	5.904	5.557	6.24
Mínimo			3.69	Mínimo			3.47
Promedio			5.12	Promedio			5.22
Máximo			7.08	Máximo			6.24

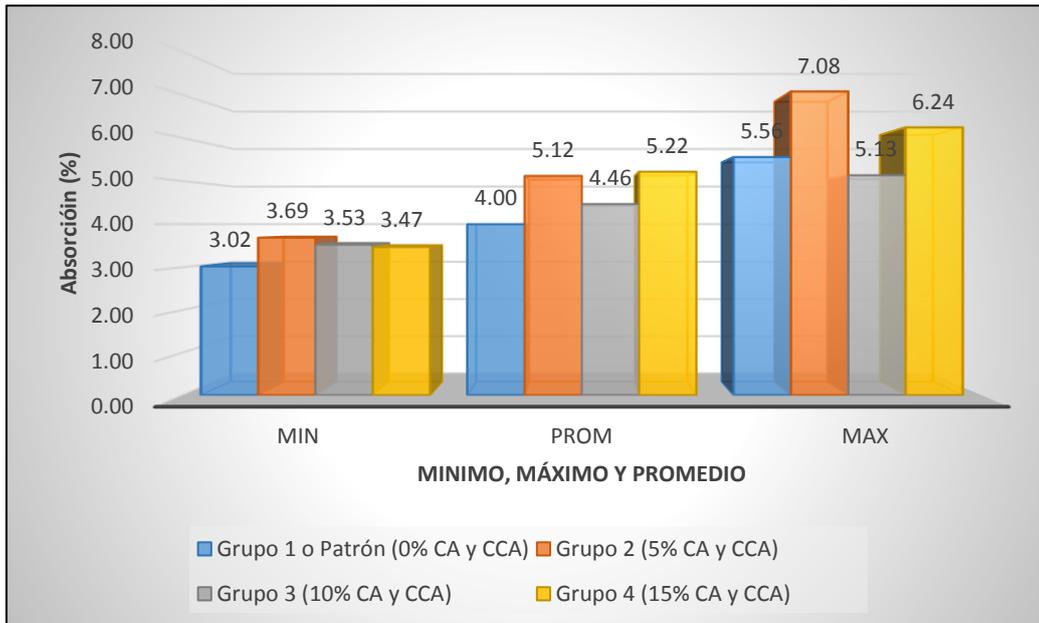


Figura 28. Valores mínimos, promedios y máximos de la absorción de los ladrillos de concreto, del grupo 1 o patrón, grupo 2, grupo 3 y grupo 4.

En el cuadro 39, se muestra los 3 datos de absorción seleccionados con mayor valor obtenidos en los ensayos; puesto que, según la NTP 399.601, solo requiere 3 valores como mínimo para poder obtener la absorción promedio de los ladrillos de concreto, y en la figura 28 se muestra los valores mínimos, promedios y máximos de la absorción de los ladrillos de concreto, del grupo 1 o patrón, grupo 2, grupo 3 y grupo 4., el valor mínimo de absorción de los cuatro grupos son: el grupo patrón obtuvo 3.02%, el grupo 2 obtuvo 3.69%, el grupo 3 obtuvo 3.53% y el grupo 4 obtuvo 3.47%; el valor promedio de absorción de los cuatro grupo son: el grupo patrón obtuvo 4.00%, el grupo 2 obtuvo 5.12%, el grupo 3 obtuvo 4.46% y el grupo 4 obtuvo 5.22% y el valor máximo de absorción de los cuatro grupos son: el grupo patrón obtuvo 5.56%, el grupo 2 obtuvo 7.08%, el grupo 3 obtuvo 5.13% y el grupo 4 obtuvo 6.24%. De los cuales el que obtuvo menor absorción fue el patrón con 4.00% y el ladrillo con la adición de CA y CCA que obtuvo menor absorción fue el grupo 3 con 4.46%, el que le sigue fue el grupo 2 con 5.12% y el que obtuvo mayor absorción fue el de grupo 4 con 5.22%.

En el Anexo 14 (Figura 29), se muestra valores que se obtuvieron del ensayo de absorción, realizado en el laboratorio de Concreto y Reciclado de la Facultad de Ingeniería de Materiales de la Universidad Nacional de Trujillo, los cuales se compararon para poder establecer, cuál de ellos es aceptado según la NTP 399.601.

Debido a que no hubo diferencias significativas entre los grupos, se realizó una comparación porcentual de variación de la absorción.

Cuadro 40. Comparación porcentual de variación de la absorción.

GRUPOS	N	Absorción (%)	% de variación con respecto al patrón	% de variación según norma
Grupo 1 o Patrón (0% CA y CCA)	3	4.00	0.000	-66.692
Grupo 2 (5% CA y CCA)	3	5.12	28.071	-57.343
Grupo 3 (10% CA y CCA)	3	4.46	11.679	-62.802
Grupo 4 (15% CA y CCA)	3	5.22	30.513	-56.529
NORMA	3	12.00	-----	0.000

En el cuadro 40, se presenta la comparación porcentual de variación de la absorción de los ladrillos de concreto; el % de variación con respecto al patrón, se expresa que el grupo patrón obtuvo menor absorción de los 4 grupos, el grupo 2 aumentó un 28.071% con respecto al grupo patrón, el grupo 3 aumentó un 11.679% con respecto al grupo patrón y el grupo 4 aumentó un 30.513% con respecto al grupo patrón. El % de variación según el mínimo de la norma, el grupo patrón disminuyó 66.692%, el grupo 2 disminuyó 57.343%, el grupo 3 disminuyó 62.802% y el grupo 4 disminuyó 56.529%.

3.6. Variabilidad dimensional, alabeo, eflorescencia y peso de los ladrillos de concreto:

VARIABILIDAD DIMENSIONAL.

Cuadro 41. Ensayo de variabilidad dimensional seleccionados según norma.

ENSAYO DE VARIABILIDAD DIMENSIONAL – NTP 399.613							
MUESTRA DE LADRILLO	Largo (mm)	Ancho (mm)	Alto (mm)	MUESTRA DE LADRILLO	Largo (mm)	Ancho (mm)	Alto (mm)
Grupo 1 o Patrón (0% CA y CCA)				Grupo 3 (10% CA y CCA)			
LA1	239.780	130.000	89.500	LC1	241.250	130.250	89.750
LA2	240.000	130.000	88.750	LC2	239.500	129.250	89.750
LA3	239.250	130.750	90.750	LC4	238.500	129.250	90.000
Promedio	239.677	130.250	89.667	Promedio	239.750	129.583	89.833
Fabricante	240.000	130.000	90.000	Fabricante	240.000	130.000	90.000
Variación (%)	0.135	-0.192	0.370	Variación (%)	0.104	0.321	0.185
CV	0.323	-0.250	0.333	CV	0.250	0.417	0.167
Grupo 2 (5% CA y CCA)				Grupo 4 (15% CA y CCA)			
LB1	239.250	133.250	89.000	LD1	241.500	131.750	89.750
LB2	239.500	132.250	89.000	LD3	242.000	131.250	92.750
LB3	240.500	132.750	91.500	LD4	241.250	130.500	92.500
Promedio	239.750	132.750	89.833	Promedio	241.583	131.167	91.667
Fabricante	240.000	130.000	90.000	Fabricante	240.000	130.000	90.000
Variación (%)	0.104	-2.115	0.185	Variación (%)	-0.660	-0.897	-1.852
CV	0.250	-2.750	0.167	CV	-1.583	-1.167	-1.667

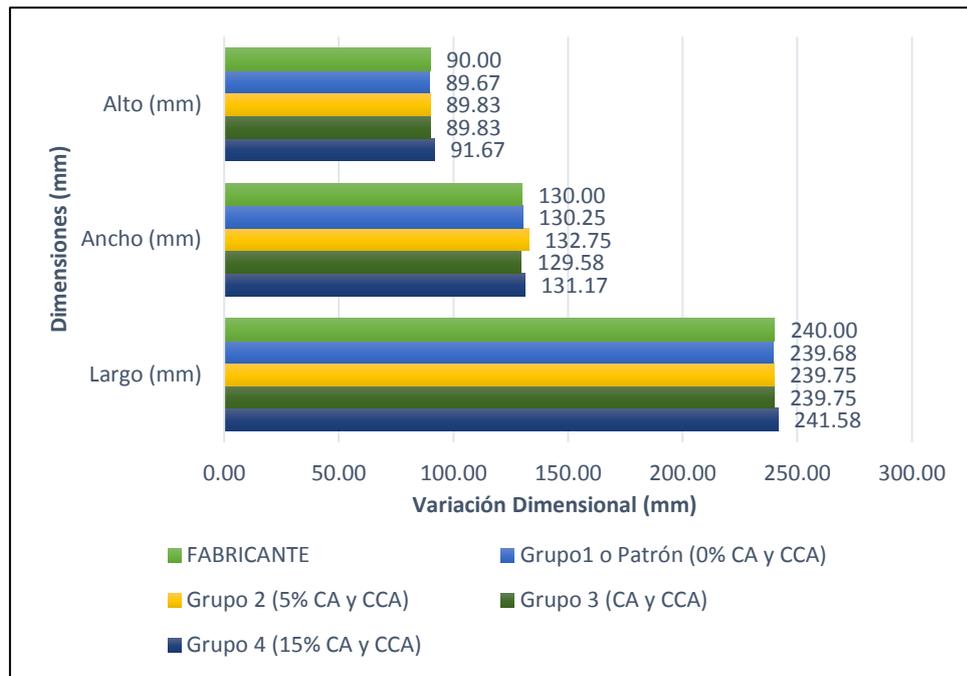


Figura 30. Valores de variabilidad dimensional de los ladrillos de concreto, del grupo 1 o patrón, grupo 2, grupo 3 y grupo 4, y del fabricante.

En el cuadro 41, se muestra los 3 datos de variabilidad dimensional seleccionados en función a los ensayos de resistencia a compresión y absorción, y en la figura 30 se muestra los valores de variabilidad dimensional de los ladrillos de concreto, del grupo 1 o patrón, grupo 2, grupo 3 y grupo 4, y del fabricante, las dimensiones del grupo patrón fueron 239.68mm x 130.25mm x 89.67mm, las dimensiones del grupo 2 fueron 239.75mm x 132.75mm x 89.83mm, las dimensiones del grupo 3 fueron 239.75mm x 129.58mm x 89.83mm y las dimensiones del grupo 4 fueron 241.58mm x 131.17mm x 91.67mm.

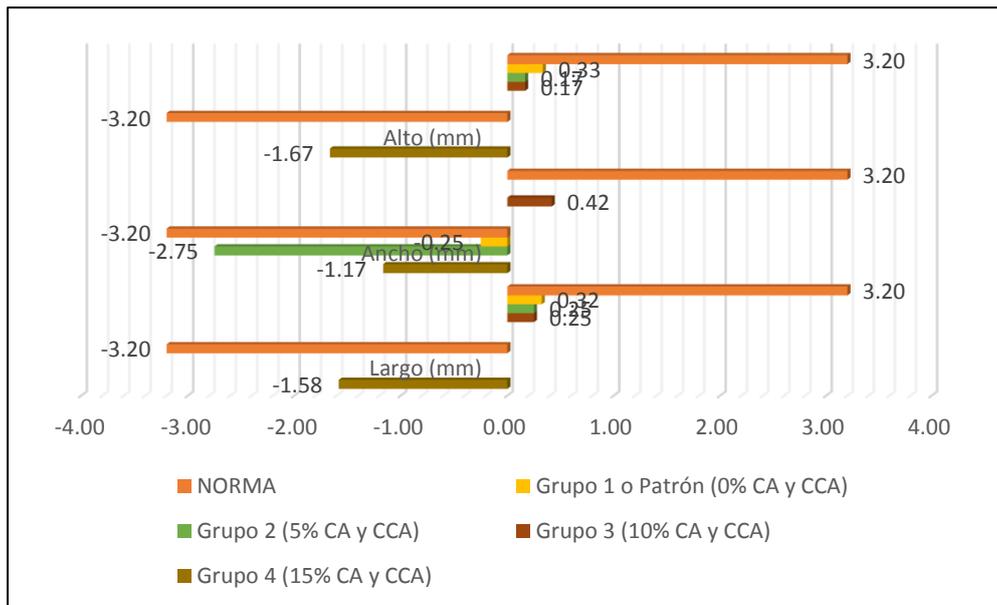


Figura 31. Valores de coeficientes de variación de los ladrillos de concreto, del grupo 1 o patrón, grupo 2, grupo 3 y grupo 4, en función a la norma.

En la figura 31 se muestra los valores de coeficientes de variación de los ladrillos de concreto, del grupo 1 o patrón, grupo 2, grupo 3 y grupo 4, en función a la norma, los coeficientes de variación del grupo patrón fueron largo +0.32mm, ancho -0.25mm y alto +0.33mm; los coeficientes de variación del grupo 2 fueron largo +0.25mm, ancho -2.75mm y alto +0.17mm; los coeficientes de variación del grupo 3 fueron largo +0.25mm, ancho +0.42mm y alto +0.17mm y los coeficientes de variación del grupo 4 fueron largo -1.58mm, ancho -1.17mm y alto -1.67mm, todos los grupos cumplieron con la norma.

En el Anexo 14 (Figura 32), se muestra los valores que se obtuvieron del ensayo de variabilidad dimensional, teniendo en cuenta los dos ensayos (resistencia a compresión y absorción), se tomó 3 valores para poder sacar un promedio para obtener la variabilidad dimensional y el coeficiente de variación basados en la NTP 399.601.

ALABEO.

Cuadro 42. Ensayo de alabeo seleccionados según norma.

ENSAYO DE ALABEO – NTP 399.613			
MUESTRA DE LADRILLO	Alabeo (mm)	MUESTRA DE LADRILLO	Alabeo (mm)
Grupo 1 o Patrón (0% CA y CCA)		Grupo 3 (10% CA y CCA)	
LA1	4.330	LC1	3.230
LA2	3.170	LC2	4.230
LA3	3.670	LC4	4.430
Promedio	3.723	Promedio	3.963
Grupo 2 (5% CA y CCA)		Grupo 4 (15% CA y CCA)	
LB1	3.830	LD1	4.0000
LB2	2.670	LD3	3.1700
LB3	4.330	LD4	3.8300
Promedio	3.610	Promedio	3.667

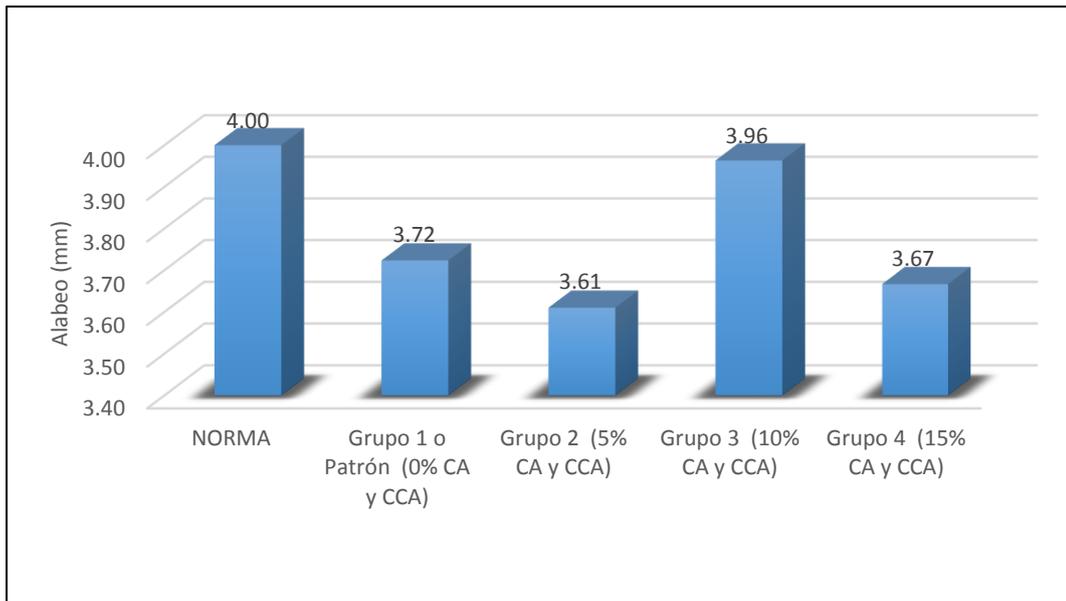


Figura 33. Valores de alabeo de los ladrillos de concreto, del grupo 1 o patrón, grupo 2, grupo 3 y grupo 4, en función a la norma.

En el cuadro 42, se muestra los 3 datos de alabeo seleccionados en función a los ensayos de resistencia a compresión y absorción, y en la figura 33 se muestra los valores de alabeo de los ladrillos de concreto, del grupo 1 o patrón, grupo 2, grupo 3 y grupo 4, en función a la norma, el grupo que obtuvo menos alabeo fue el grupo 2 con 3.61mm, el que le sigue fue el grupo 3 con 3.67mm de alabeo, luego el de patrón con 3.72mm de alabeo y el que obtuvo más alabeo de los 4 grupos fue el grupo 3 con 3.96mm.

En el Anexo 14 (Figura 34), se muestra los valores que se obtuvieron del ensayo de alabeo, teniendo en cuenta los dos ensayos (resistencia a compresión y absorción), se tomó 3 valores para poder sacar un promedio para obtener el alabeo basados en la E070.

EFLORESCENCIA.

Cuadro 43. Ensayo de eflorescencia seleccionados según norma.

ENSAYO DE EFLORESCENCIA O SALINIDAD – NTP 399.613							
MUESTRA DE LADRILLO	Eflorescencia Alta	Eflorescencia Media	Eflorescencia Baja	MUESTRA DE LADRILLO	Eflorescencia Alta	Eflorescencia Media	Eflorescencia Baja
Grupo 1 o Patrón (0%CA y CCA)				Grupo 3 (10% CA y CCA)			
LA1			X	LC1			X
LA2			X	LC2			X
LA3			X	LC3			X
Promedio	Eflorescencia Baja			Promedio	Eflorescencia Baja		
Grupo 2 (5% CA y CCA)				Grupo 4 (15% CA y CCA)			
LB1			X	LD1		X	
LB2			X	LD2		X	
LB3			X	LD3		X	
Promedio	Eflorescencia Baja			Promedio	Eflorescencia media		

En el cuadro 43, se muestra los 3 datos de eflorescencia seleccionados en función a los ensayos de resistencia a compresión y absorción; el grupo patrón obtuvo eflorescencia baja, el grupo 2 obtuvo eflorescencia baja, el grupo 3 obtuvo eflorescencia baja y el grupo 4 obtuvo eflorescencia media.

En el Anexo 14 (Figura 35), se muestra los valores que se obtuvieron del ensayo de eflorescencia o salinidad, teniendo en cuenta los dos ensayos (resistencia a compresión y absorción), se tomó 3 valores para poder sacar un promedio para obtener la eflorescencia nos basamos en la NTP 399.613.

PESO.

Cuadro 44. Ensayo de peso seleccionados según norma.

ENSAYO DE PESO – NTP 399.613			
MUESTRA DE LADRILLO	PESO (Kg)	MUESTRA DE LADRILLO	PESO (Kg)
Grupo 1 o Patrón (0% CA y CCA)		Grupo 3 (10% CA y CCA)	
LA1	6.242	LC1	5.513
LA2	6.153	LC2	5.462
LA3	6.189	LC4	5.499
Promedio	6.195	Promedio	5.491
Grupo 2 (5% CA y CCA)		Grupo 4 (15% CA y CCA)	
LB1	5.556	LD1	5.601
LB2	5.874	LD3	5.412
LB3	5.523	LD4	5.404
Promedio	5.651	Promedio	5.472

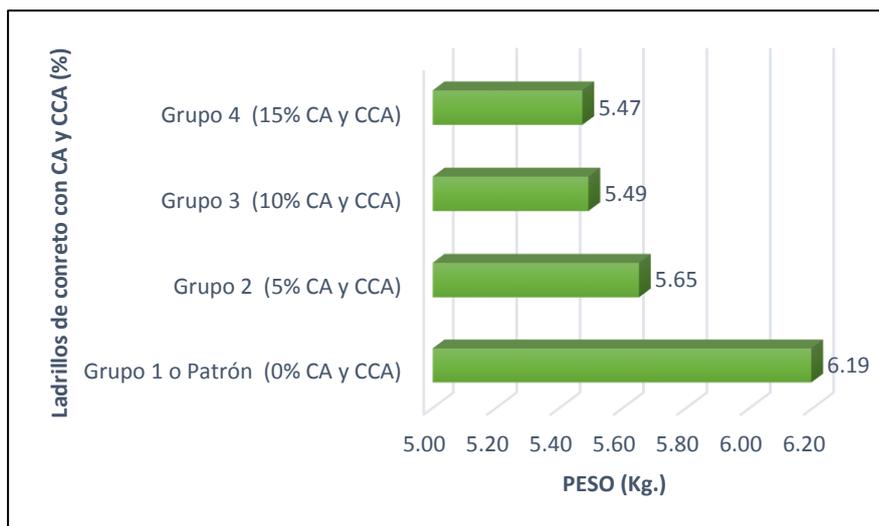


Figura 36. Valores de peso de los ladrillos de concreto, del grupo 1 o patrón, grupo 2, grupo 3 y grupo 4.

En el cuadro 44, se muestra los 3 datos de peso seleccionados en función a los ensayos de resistencia a compresión y absorción, y en la figura 36 se muestra los valores de peso de los ladrillos de concreto, del grupo 1 o patrón, grupo 2, grupo 3 y grupo 4; el que obtuvo menos peso de los 4 grupos, fue el grupo 4 con 5.47 kg, luego el grupo 3 con 5.49 kg, seguido del grupo 2 con 5.65 kg y el que obtuvo mayor peso fue el grupo patrón con 6.19 kg.

En el Anexo 14 (Figura 37), se muestra los valores que se obtuvieron del ensayo de peso, teniendo en cuenta los dos ensayos (resistencia a compresión y absorción), se tomó 3 valores para poder sacar un promedio para obtener el peso nos basamos en la NTP 399.613.

3.7. Análisis de precios de los ladrillos de concreto:

Cuadro 45. Precio de un millar de ladrillos con 0% de CA y CCA.

PRECIO DE UN MILLAR DE LADRILLOS CON 0 % DE CA Y CCA				
Material	Unidad	Cantidad	P.U	Parcial
Cemento	bls	25	S/. 22.00	S/ 546.81
Arena Gruesa	m3	3.21	S/. 22.00	S/ 70.70
Agua	m3	0.55	S/. 25.00	S/ 13.64
Cal de Obra	Kg	10.63	S/. 3.80	S/ 40.38
			TOTAL	S/ 671.52

En el cuadro 45, se muestra el precio de un millar de ladrillos con 0% de CA y CCA; los materiales que se usaron para la elaboración fue cemento en cantidad 25 bolsas, arena gruesa 3.21 m3, agua 0.55 m3 y cal de obra 10.63 kg; el precio unitario de cada uno de estos materiales fueron cemento S/. 22.00, arena gruesa S/. 22.00, agua S/. 25.00 y cal de obra S/. 3.80, dando un precio total por el millar de ladrillos de S/. 671.52.

Cuadro 46. Precio de un millar de ladrillos con 5% de CA y CCA.

PRECIO DE UN MILLAR DE LADRILLOS CON 5 % DE CA Y CCA				
Material	Unidad	Cantidad	P.U	Parcial
Cemento	bls	25	S/. 22.00	S/ 546.81
Arena Gruesa	m3	3.05	S/. 22.00	S/ 67.17
CCA	bls	1.66	S/. 5.00	S/ 8.29
CA	bls	1.69	S/. 1.50	S/ 2.53
Agua	m3	0.55	S/. 25.00	S/ 13.64
Cal de Obra	Kg	10.63	S/. 3.80	S/ 40.38
Flete	glb	4.00	S/. 10.00	S/ 40.00
			TOTAL	S/ 718.82

En el cuadro 46, se muestra el precio de un millar de ladrillos con 5% de CA y CCA; los materiales que se usaron para la elaboración fue cemento en cantidad 25 bolsas, arena gruesa 3.05 m3, CCA 1.66 bolsas, CA 1.69 bolsas, agua 0.55 m3, cal de obra 10.63 kg y flete 4.00 glb; el precio unitario de cada uno de estos materiales fueron cemento S/. 22.00, arena gruesa S/. 22.00, CCA S/. 5.00, CA S/. 1.50, agua S/. 25.00, cal de obra S/. 3.80 y el flete S/. 10.00, dando un precio total por el millar de ladrillos de S/. 718.82.

Cuadro 47. Precio de un millar de ladrillos con 10% de CA y CCA.

PRECIO DE UN MILLAR DE LADRILLOS CON 10 % DE CA Y CCA				
Material	Unidad	Cantidad	P.U	Parcial
Cemento	bls	25	S/. 22.00	S/ 546.81
Arena Gruesa	m3	2.89	S/. 22.00	S/ 63.63
CCA	bls	3.32	S/. 5.00	S/ 16.58
CA	bls	3.38	S/. 1.50	S/ 5.07
Agua	m3	0.55	S/. 25.00	S/ 13.64
Cal de Obra	Kg	10.63	S/. 3.80	S/ 40.38
Flete	glb	7.00	S/. 10.00	S/ 70.00
			TOTAL	S/ 756.11

En el cuadro 47, se muestra el precio de un millar de ladrillos con 10% de CA y CCA; los materiales que se usaron para la elaboración fue cemento en cantidad 25 bolsas, arena gruesa 2.89 m3, CCA 3.32 bolsas, CA 3.38 bolsas, agua 0.55 m3, cal de obra 10.63 kg y flete 7.00 glb; el precio unitario de cada uno de estos materiales fueron cemento S/. 22.00, arena gruesa S/. 22.00, CCA S/. 5.00, CA S/. 1.50, agua S/. 25.00, cal de obra S/. 3.80 y el flete S/. 10.00, dando un precio total por el millar de ladrillos de S/. 756.11.

Cuadro 48. Precio de un millar de ladrillos con 15% de CA y CCA.

PRECIO DE UN MILLAR DE LADRILLOS CON 15 % DE CA Y CCA				
Material	Unidad	Cantidad	P.U	Parcial
Cemento	bls	25	S/. 22.00	S/ 546.81
Arena Gruesa	m3	2.73	S/. 22.00	S/ 60.10
CCA	bls	4.98	S/. 5.00	S/ 24.88
CA	bls	5.07	S/. 1.50	S/ 7.60
Agua	m3	0.55	S/. 25.00	S/ 13.64
Cal de Obra	Kg	10.63	S/. 3.80	S/ 40.38
Flete	glb	10.00	S/. 10.00	S/ 100.00
			TOTAL	S/ 793.40

En el cuadro 48, se muestra el precio de un millar de ladrillos con 15% de CA y CCA; los materiales que se usaron para la elaboración fue cemento en cantidad 25 bolsas, arena gruesa 2.73 m3, CCA 4.98 bolsas, CA 5.07 bolsas, agua 0.55 m3, cal de obra 10.63 kg y flete 10.00 glb; el precio unitario de cada uno de estos materiales fueron cemento S/. 22.00, arena gruesa S/. 22.00, CCA S/. 5.00, CA S/. 1.50, agua S/. 25.00,

cal de obra S/. 3.80 y el flete S/. 10.00, dando un precio total por el millar de ladrillos de S/. 753.02.

Cuadro 49. Precio de un millar por tipos de ladrillos.

PRECIOS DEL MILLAR POR TIPOS DE LADRILLOS	
TIPOS DE LADRILLOS	PRECIO
Ladrillo de Concreto con 0% CA y CCA	S/ 671.52
Ladrillo de Concreto con 5% CA y CCA	S/ 718.82
Ladrillo de Concreto con 10% CA y CCA	S/ 756.11
Ladrillo de Concreto con 15% CA y CCA	S/ 793.40

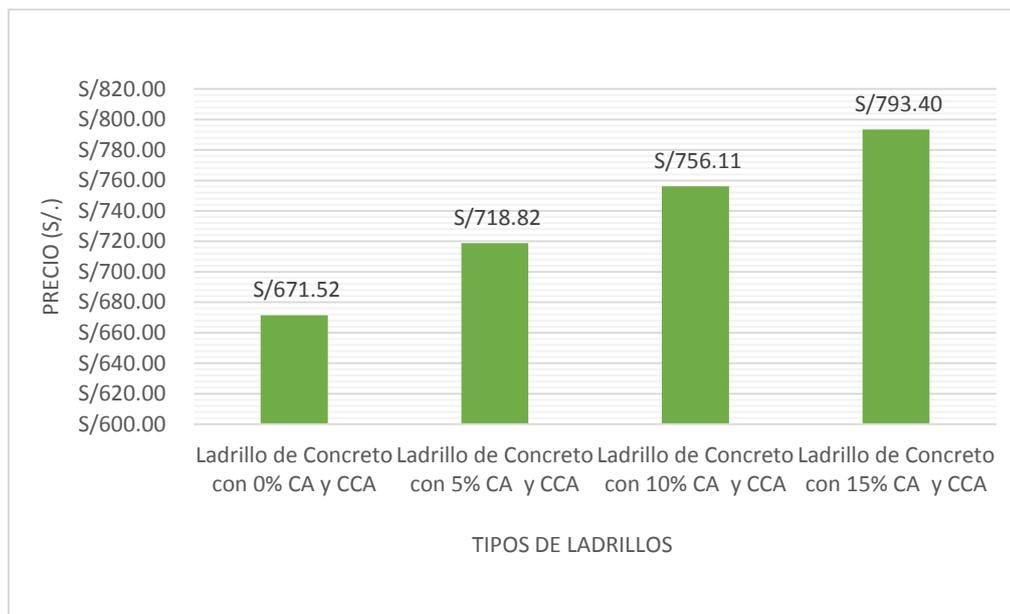


Figura 38. Comparación de precios por tipos de ladrillos.

En el cuadro 49 y la figura 38, se muestra la comparación de precios de los ladrillos de concreto que elaboramos, el que cuesta más por millar fue el grupo 4 (15% de CA y CCA) a S/. 793.40, luego fue el grupo 3 (10% de CA y CCA) que cuesta S/. 756.11, después el grupo 2 (5% de CA y CCA) que cuesta S/. 718.82 y el que cuesta menos fue el grupo patrón (0% de CA y CCA) a S/. 671.52.

3.8. Verificación de la hipótesis del proyecto:

No se cumplió con la hipótesis que la adición de cáscara y ceniza de arroz aumenta la resistencia a compresión en ladrillos de concreto, ya que la resistencia a compresión del grupo 2 (5% CA y CCA) disminuyó un 18.491% con respecto al grupo patrón (0% CA y CCA), el grupo 3 (10% y CA y CCA) disminuyó un 14.709% con respecto al grupo patrón (0% CA y CCA) y el grupo 4 (15% CA y CCA) disminuyó un 24.728% con respecto al grupo patrón (0% CA y CCA), pero se cumplió la hipótesis que la adición de cáscara y ceniza de arroz aumenta la absorción en ladrillos de concreto, ya que la absorción del grupo 2 (5% CA y CCA) aumentó un 28.071% con respecto al grupo patrón (0% CA y CCA), el grupo 3 (10% y CA y CCA) aumentó un 11.679% con respecto al grupo patrón (0% CA y CCA) y el grupo 4 (15% CA y CCA) aumentó un 30.513% con respecto al grupo patrón (0% CA y CCA).

Cuadro 50. Clasificación de los ladrillos de concreto según E070 y NTP 399.601

LADRILLOS	CLASE (según E070)	TIPOS (según NTP 399.601)
Ladrillo concreto 0% CA y CCA	Ladrillo IV	Tipo 14
Ladrillo concreto 5% CA y CCA	Ladrillo IV	Tipo 14
Ladrillo concreto 10% CA y CCA	Ladrillo IV	Tipo 14
Ladrillo concreto 15% CA y CCA	Ladrillo IV	Tipo 14

En el cuadro 50, se muestra la clasificación de los ladrillos de concreto según E070 y NTP 399.601; los ladrillos concreto 0%, 5%, 10% y 15% CA y CCA se clasificaron según E070 como Ladrillo IV o Ladrillos tipo IV y según la NTP 399.601 lo clasificó como Tipo 14.

IV.- DISCUSIÓN

Análisis físico de la CA y CCA:

Los ensayos como peso unitario suelto y compactado se realizaron bajo las normas ASTM C-29 y NTP 400.017 AGREGADOS: Método de ensayo para determinar el peso unitario del agregado y la absorción bajo la NTP 400.022 AGREGADOS: Método de ensayo normalizado para la densidad, la densidad relativa (peso específico) y absorción del agregado fino, en el laboratorio de Suelos y Concreto de la Universidad César Vallejo – Trujillo.

En el cuadro 18 y 20 se observan los valores de los ensayos de peso unitario suelto, peso unitario compactado y absorción de la CA. Además, en el cuadro 19 se observa los valores de los ensayos de peso unitario suelto, peso unitario compactado de la CCA. Sin embargo, comparando nuestros resultados con otras investigaciones, se tiene que Fuentes, Fragozo y Vizcaino (2015), obtienen valores de los ensayos de masa unitaria suelta, masa unitaria compacta y absorción de la CA y masa unitaria suelta, masa unitaria compacta y absorción de la CCA, mostrándose diferencias con los valores obtenidos en nuestra investigación, debido a que, la CA y la CCA fueron obtenidas de diferentes países; es importante obtener los valores físicos de la CA y CCA, ya que con ellos podemos establecer el contenido de vacíos e identificar si puede ser reemplazable con los agregados convencionales.

Análisis químico de la CA y CCA:

El análisis químico de la CA y CCA lo realizamos en el Laboratorio de Servicios a la comunidad e Investigación – LASACI de la Universidad Nacional de Trujillo.

En el cuadro 21 se observa los valores del análisis químico de la CA, se obtienen valores de cenizas, energía, calcio, hierro, etc. Además, en el cuadro 22 se muestra los valores del análisis químico de la CCA, se obtiene valores de ceniza de sílice, óxido de aluminio, óxido de hierro, óxido de calcio, óxido de magnesio, óxido de sodio, óxido de potasio y la pérdida de calcinación. Sin embargo, Jaime y Portocarrero (2018), Fuentes, Fragozo y Vizcaino (2015) y Mattey, Robayo, Díaz, Delvasto y Monzó (2013), obtienen en su análisis químico de la CA valores de óxido silícico, óxido férrico, óxido cálcico y en el análisis químico de la CCA, obtienen valores de

óxido de calcio, ceniza de sílice, óxido de hierro, óxido de aluminio, óxido de magnesio, óxido de potasio, óxido de sodio y pérdida de calcinación. Los valores de nuestra investigación difieren con los obtenidos por estos autores, debido a que la CA y la CCA se obtuvieron de diferentes lugares de origen. Es importante realizar los ensayos para conocer los componentes que tienen la CA y CCA, ya que pueden variar en función al color, a los nutrientes, a la cantidad de residuos que tengan y cuidados que recibe el arroz en el proceso de cultivo.

Ensayos de los Agregados:

Los ensayos de los agregados los realizamos bajo las normas la ASTM C136 y NTP 400.012 AGREGADOS: Análisis granulométrico del agregado fino, grueso y global, la ASTM D-2216 y NTP 339.185 AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para contenido de humedad total evaporable de agregados por secado, la ASTM C-29 y NTP 400.017 AGREGADOS: Método de ensayo para determinar el peso unitario del agregado y la NTP 400.022 AGREGADOS: Método de ensayo normalizado para la densidad, la densidad relativa (peso específico) y absorción del agregado fino, en el laboratorio de Suelos y Concreto de la Universidad César Vallejo – Trujillo.

En el cuadro 27 se muestra los valores de los ensayos de los agregados, donde se obtiene que el módulo de fineza es 2.678, esto cumple los rangos de la ASTM C136 y NTP 400.012 (entre 2.30 y 3.15), además se obtuvo los valores de contenido de humedad, peso unitario suelto, peso unitario compactado, el peso específico de la masa, peso específico de masa saturado parcialmente seco, peso específico aparente y absorción. Es importante realizar estos ensayos preliminares, ya que conociendo estos valores y verificando que cumplan con las normas, se puede obtener una mezcla de calidad para el ladrillo.

Dosificación de los materiales

Para la dosificación de los materiales tuvimos en cuenta el cuadro 30 donde se muestra las proporciones usualmente utilizadas en construcciones - cantidad de materiales por m³ de concreto, según CAPECO - Costos y Presupuestos en Edificación. (2003). Además, las dimensiones del ladrillo son 24cm (largo), 13cm

(ancho) y 9cm (alto), dando su volumen unitario más porcentaje de desperdicio (5%) es 0.0029 m³. La resistencia de diseño es 175 kg/cm² y la dosificación en volumen es 1:2.5:2.5. Sin embargo, Jaime y Portocarrero (2018) y Quispe (2018), realizaron su diseño de mezclas con el método ACI (comité 211, 2012), tomando en cuenta las propiedades de los agregados finos y gruesos, ya que este método se utiliza para dosificar mezclas en volumen de concreto estructural o no estructural, en función a la resistencia requerida. Por otra parte, Linarez (2015), realiza el preparado de la mezcla para ladrillos en función a 10kg, es decir, proporciona los materiales por pesos y no por volumen como se hace con el método ACI o con el método de las proporciones usualmente utilizadas en construcciones – CAPECO, que utilizamos para la elaboración de los ladrillos de concreto.

Resistencia a Compresión:

El ensayo de resistencia a compresión lo realizamos bajo la NTP 399.601 Ladrillos de concreto. Requisitos y la NTP 399.604 Métodos de muestreo y ensayos de unidades de albañilería de concreto, en el Laboratorio de Concreto y Reciclado – Departamento de Ingeniería de Materiales de la Universidad Nacional de Trujillo.

En el cuadro 34, se observa los 3 datos de resistencia a compresión seleccionados con mayor valor obtenidos en los ensayos de laboratorio y bajo la normas y en la figura 26, se muestra los valores mínimos, promedios y máximos de la resistencia a compresión de los ladrillos de concreto, del grupo 1 o patrón, grupo 2, grupo 3 y grupo 4, evaluados a la edad de 28 días, se aprecia que los grupos con adición de CA y CCA en promedio obtienen menor resistencia que el grupo patrón, además el ladrillo con la adición de CA y CCA que obtuvo mayor resistencia a compresión en promedio es el grupo 3 (10% CA y CCA) con 152.44 kg/cm². Comparando nuestros resultados con las de otras investigaciones, se tiene que Linarez (2015), concluye que el grupo T3 (6.25kg cemento, 2.50kg CA, 1.25kg CCA) obtiene mayor resistencia con 20.125 kg/cm² y es el adecuado para elaborar ladrillos ecológicos de concreto, que son clasificados en el RNE E070: Albañilería, como un ladrillo tipo I, debido a su baja resistencia y durabilidad. Esto difiere con nuestros resultados, debido a que nuestro ladrillo de concreto se clasifica según NTP 399.604 como tipo 14 con uso general de moderada resistencia a la compresión, además, según E070 clasifica al ladrillo como

tipo IV, además nosotros utilizamos cal de obra como un complemento del cemento en la mezcla.

Por otro lado, en el cuadro 35, se observa que con respecto al grupo patrón, el grupo 3 (10% CA y CCA) solo disminuye su resistencia a compresión en un 14.709% y con respecto a la norma el grupo 3 (10% CA y CCA) aumenta 6.783%, por ello no se cumple con la hipótesis que la adición de cáscara y ceniza de arroz aumenta la resistencia a compresión en ladrillos de concreto, pero el grupo con porcentaje de CA y CCA más adecuado y que no disminuye mucha resistencia a compresión con respecto al patrón es el grupo 3 (10% CA y CCA). Comparando nuestros resultados con las de otras investigaciones, se tiene que Quispe (2018), concluye que el porcentaje adecuado es añadiendo el 10% de ceniza de cáscara reemplazando al cemento, en un concreto $f'c=210$ kg/cm² a los 28 días de curado, el cual mejora la resistencia a compresión en un 4.96%, lo cual concuerda con nuestros resultados que el agregar 10% de CCA es el adecuado para mejorar la resistencia a compresión del concreto. Sin embargo, Jaime y Portocarrero (2018), concluyen que la proporción adecuada es 8% CA y CCA, como reemplazante del cemento, la cual obtiene una resistencia de 231 kg/cm², ya que mejora las propiedades mecánicas del concreto con respecto a la resistencia a compresión.

También, Muñoz (2017), concluye que el porcentaje adecuado que aumenta la compresión de un concreto es el de 5% de CCA, ya que la resistencia aumenta en 18.42% en el concreto a los 28 días con respecto al grupo patrón (240 kg/cm²). Por otra parte, Fuentes, Fragozo y Vizcaino (2015), concluyen que la adición de 15 % de ceniza de centrales térmicas a los 28 días de curado, es el porcentaje adecuado, como una sustitución del cemento portland en ladrillos (bloques) de concreto, además que muestran una gran conducta con respecto a la resistencia a la compresión y a la tensión; asimismo, Loayza (2014), obtiene que el porcentaje adecuado, asegura la máxima resistencia, es cuando se adiciona el 15% de ceniza de cáscara de arroz, produciendo un 34% de aumento de la resistencia a la compresión.

Los valores obtenidos en este ensayo pueden variar, ya que un factor importante para que haya menos o más resistencia en el ladrillo, son sus poros o vacíos, que son causa de una mala elaboración de los ladrillos (compactación). Los ladrillos deben cumplir parámetros de resistencia, como en este caso nuestro ladrillo es tipo 14, debe tener una resistencia mínima de 14 MPa o 142.76 kg/cm². Es importante obtener los valores de

resistencia a compresión, ya que con ello podemos determinar la calidad del ladrillo y la clasificación que este tiene en función a la norma y a la dosificación realizada con la CA y la CCA.

Absorción:

El ensayo de absorción lo realizamos bajo la NTP 399.601 Ladrillos de concreto. Requisitos y la NTP 399.604 Métodos de muestreo y ensayos de unidades de albañilería de concreto, en el Laboratorio de Concreto y Reciclado – Departamento de Ingeniería de Materiales de la Universidad Nacional de Trujillo.

En el cuadro 39 se observa los 3 datos de absorción seleccionados con mayor valor obtenidos en los ensayos de laboratorio y en la figura 28, se muestra los valores mínimos, promedios y máximos de la absorción de los ladrillos de concreto, del grupo 1 o patrón, grupo 2, grupo 3 y grupo 4, evaluados a la edad de 28 días, se aprecia que los grupos con adición de CA y CCA en promedio obtienen mayor absorción que el grupo patrón, además el ladrillo con la adición de CA y CCA que obtuvo menor absorción es el grupo 3 (10% CA y CCA) con 4.46%, por ello el grupo con porcentaje de CA y CCA más adecuado y que no genera mucha capacidad de absorción en el ladrillo es el grupo 3 (10% CA y CCA). Comparando nuestros resultados con las de otras investigaciones, se tiene que, Linarez (2015), obtiene que el ladrillo presenta 10.7% de humedad, esto debido a que el porcentaje de CA y CCA que proporciona es en pesos, y se diferencia de nuestra investigación ya que obtenemos menos absorción, debido a que nuestra dosificación es en volumen, además, nuestra CA y CCA la obtuvimos del distrito de Guadalupe – La Libertad, y la que utiliza este autor es del distrito de San Juan Bautista – Loreto.

Por otro lado, en el cuadro 35, se observa que con respecto al grupo patrón, el grupo 4 (15% CA y CCA) solo aumenta su absorción en un 30.513% y con respecto a la norma el grupo 3 (10% CA y CCA) disminuye 62.802%, por ello se cumple la hipótesis que la adición de cáscara y ceniza de arroz aumenta la absorción en ladrillos de concreto, y el grupo con porcentaje de CA y CCA más adecuado y que no genera mucha capacidad de absorción en el ladrillo es el grupo 3 (10% CA y CCA). Sin embargo, Cabo (2013), concluye que el mejor porcentaje de CCA es el 8%, ya que tiene una menor capacidad de absorción en los ladrillos.

Los valores obtenidos en este ensayo pueden variar, ya que un factor importante para que haya menos o más absorción en el ladrillo, son sus poros o vacíos, que son causa de una mal elaboración de los ladrillos (compactación). Los ladrillos deben cumplir parámetros de absorción, como en este caso nuestro ladrillo es tipo 14, debe tener una absorción máxima de 12%. Es importante obtener los valores de absorción, ya que con ello podemos determinar la calidad del ladrillo y la clasificación que este tiene en función a la norma y a la dosificación realizada con la CA y CCA

Análisis estadístico:

En el cuadro 31, se observa que los valores de resistencia a compresión no tienen variaciones significativas ($p > 0.05$), por ende los datos siguen una distribución normal, debido a que no cumplieron con la prueba de normalidad; también, en el cuadro 36 se observa que los valores de absorción no tienen variaciones significativas ($p > 0.05$), por ende los datos siguen una distribución normal, debido a que no cumplieron con la prueba de normalidad. Por ello, hicimos el análisis estadístico comparativo de medias (ANOVA de un factor).

En el cuadro 32 se muestra la prueba de ANOVA de un factor de los valores de resistencia a compresión, en el cual el nivel de significancia es mayor que 0.05, esto quiere decir que no hay diferencias significativas entre las resistencias a compresión de los grupos de estudio, debido a que se obtienen resistencias a compresión promedio similares; además, en el cuadro 37 se muestra la prueba de ANOVA de un factor de los valores de absorción, en el cual el nivel de significancia es mayor que 0.05, esto quiere decir que no hay diferencias significativas entre las absorciones de los grupos de estudio, ya que se obtienen absorciones promedio similares. Sin embargo, Linarez (2015), concluye que hay una alta significancia entre los grupo de resistencia a compresión, y con la finalidad de observar las diferencias entre los tratamientos realiza la prueba de Duncan de las medias de los grupos, en el cual obtiene que hay existencia de 2 grupos diferentes, el grupo 4, 3 y 2 son diferentes al grupo 1. Además no hay significancia ($p > 0.05$) entre los grupos de peso húmedo, por ello realiza la prueba de Duncan, y obtiene que solo hay 1 grupo, es decir no hay diferencias significativas entre los grupos. El análisis estadístico de este autor difiere con nuestra investigación en los valores de resistencia a compresión, debido a que encuentra alta significancia entre los

grupos de estudio. El análisis estadístico de los resultados es de suma importancia, ya que con esto se determina e identifica las diferencias entre los grupos de estudio.

Ensayos complementarios:

Los ensayos complementarios se realizaron bajo la NTP 399.613 UNIDADES DE ALBAÑILERÍA: Métodos de muestreo y ensayos de ladrillos de arcilla usados en albañilería. En la figura 30 se observa los valores de variabilidad dimensional de los ladrillos de concreto, del grupo 1 o patrón, grupo 2, grupo 3 y grupo 4, y del fabricante, las dimensiones más homogéneas en función al fabricante son del grupo patrón, 239.68mm x 130.25mm x 89.67mm, y de los grupos con CA y CCA las dimensiones del grupo 3 son 239.75mm x 129.58mm x 89.83mm, las dimensiones del fabricante son 240mm x 130mm x 90mm (Prefabricados Pacasamayo).

En la figura 31, se muestra los valores de coeficientes de variación de los ladrillos de concreto, del grupo 1 o patrón, grupo 2, grupo 3 y grupo 4, bajo la NTP 399.601, todos los grupos cumplieron con la norma, ya que el coeficiente de variabilidad de la norma es (-3.20 mm y +3.2 mm), pero el grupo que obtiene homogeneidad en su coeficiente de variación en sus 3 dimensiones es el grupo patrón con largo +0.32mm, ancho -0.25mm y alto +0.33mm, y de los grupos con % de CA y CCA que obtiene homogeneidad en el coeficiente de variación en sus 3 dimensiones es el grupo 3 con largo +0.25mm, ancho +0.42mm y alto +0.17mm. Es importante conocer los coeficientes de variación de los ladrillos y que estos cumplan los máximos de la norma, ya que es un componente importante para clasificar y determinar la calidad del ladrillo.

En la figura 33 se observa los valores de alabeo de los ladrillos de concreto, del grupo 1 o patrón, grupo 2, grupo 3 y grupo 4, en función a la norma, el grupo que obtiene menos alabeo es el grupo 2 con 3.61mm, y el que obtiene más alabeo de los 4 grupos es el grupo 3 con 3.96mm, el alabeo según norma que debe tener el ladrillo de concreto debe ser 4.00mm. Es importante conocer los valores de alabeo y que cumpla con los máximos de la norma, debido a que si estos ladrillos no cumplen la norma, pueden causar que las juntas verticales de los muros de albañilería muestren vacíos en el ancho de los muros, y esto perjudicaría a la adherencia ladrillo - mortero, disminuyendo la resistencia del muro.

En el cuadro 43, se observa los datos de eflorescencia, el grupo patrón, el grupo 2 y 3 obtienen eflorescencia baja, cumpliendo con ello que la unidad de concreto no tiene ninguna patología que genere eflorescencia. Es importante realizar el ensayo de eflorescencia, ya que es necesario conocer si los ladrillos presentan patologías que puedan dañar la estructura del muro. Por último, en la figura 36 se observa los valores de peso de los ladrillos de concreto, del grupo 1 o patrón, grupo 2, grupo 3 y grupo 4; el que obtiene menos peso de los 4 grupos, es el grupo 4 con 5.47 kg el que obtiene mayor peso es el grupo patrón con 6.19 kg. Es importante conocer el peso de los ladrillos, ya que si el ladrillo es parte de un muro portante, al reducirle peso a la unidad de concreto, esto contribuye reducir las cargas a las cimentaciones de la estructura.

Análisis de precios:

El análisis de precios de los ladrillos por millar, lo realizamos en función a los materiales que se utilizan para la elaboración del ladrillo, en el cuadro 49, se observa que el ladrillo que cuesta más por millar es el grupo 4 (15% de CA y CCA) a S/. 793.40 y el que cuesta menos es el grupo patrón (0% de CA y CCA) a S/. 671.52. Sin embargo, Muñoz (2018), realiza un análisis de costos de los ladrillos con incorporación de CCA, en función a los materiales, herramientas y mano de obra, obteniendo que el grupo patrón tiene un costo de S/. 4.6176 por unidad de ladrillo, el grupo con 5% de CCA cuesta S/. 5.0176, el grupo 10% de CCA cuesta S/. 5.4176, el grupo 15% de CCA cuesta S/. 5.8276 y el grupo 20% de CCA cuesta S/. 6.2276. Esto difiere de nuestros resultados, debido a que este autor lo realiza por unidad de ladrillo y en función a los materiales, herramientas y mano de obra, en cambio nosotros realizamos un análisis de precios de los ladrillos por millar y en función a los materiales que se utilizan para la elaboración del ladrillo.

V.- CONCLUSIONES

- Se realizó ensayos a los agregados que se utilizaron en los ladrillos de concreto, el módulo de fineza fue 2.678 y el contenido de humedad fue 1.32%, el peso unitario suelto fue 1559.484 kg/m³, el peso unitario compactado fue 1712.161 kg/m³ y la absorción del agregado fue 5.66 %. Además se determinó la dosificación de los materiales teniendo como dimensiones del ladrillo, 24cm (largo), 13cm (ancho) y 9cm (alto), dando un volumen unitario más porcentaje de desperdicio (5%) de 0.0029 m³. La resistencia de diseño fue 175 kg/cm² y la dosificación en volumen fue 1:2.5:2.5
- Se determinó la resistencia a la compresión de los ladrillos de concreto con el 0%, 5%, 10% y 15% de cáscara y ceniza de arroz, el que obtuvo mayor resistencia a compresión fue el grupo patrón (0% CA y CCA) con 178.73 kg/cm² y el ladrillo con la adición de CA y CCA que obtuvo mayor resistencia a compresión fue el grupo 3 (10% CA y CCA) con 152.44 kg/cm². Además, se determinó la absorción de los ladrillos de concreto con el 0%, 5%, 10% y 15% de cáscara y ceniza de arroz, el que obtuvo menor absorción fue el grupo patrón (0% CA y CCA) con 4.00% y el ladrillo con la adición de CA y CCA que obtuvo menor absorción fue el grupo 3 (10% CA y CCA) con 4.46%.
- Se determinó la variabilidad dimensional, alabeo, eflorescencia y peso de los ladrillos de concreto con el 0%, 5%, 10% y 15% de cáscara y ceniza de arroz, con respecto a la variabilidad dimensional, todos los grupos cumplieron con la norma, pero el que obtuvo homogeneidad en el coeficiente de variación en sus 3 dimensiones fue el grupo 3 (10% CA y CCA), y el que no tuvo mucha homogeneidad en el coeficiente de variación en sus 3 dimensiones fue el grupo 2 (5% CA y CCA). El grupo que obtuvo menos alabeo fue el grupo 2 (5% CA y CCA) con 3.61mm. En la eflorescencia el grupo patrón 2 y 3 obtuvieron eflorescencia baja; por último, el que obtuvo menos peso de los 4 grupos, fue el grupo 4 (15% CA y CCA) con 5.47 kg.
- Se realizó un análisis de precios de los ladrillos de concreto con 0%, 5%, 10% y 15% de cáscara y ceniza de arroz. del ladrillo de concreto que elaboramos el que cuesta

más por millar fue el grupo 4 (15% de CA y CCA) a S/. 793.40, y el que cuesta menos fue el grupo patrón (0% de CA y CCA) a S/. 671.52.

- La adición de cáscara y ceniza de arroz aumenta la absorción en ladrillos de concreto y cumple con la resistencia mínima según se indica en la norma. Además, los ladrillos según E070 se clasifican como Ladrillo tipo IV y según NTP 399.601 como tipo 14.

VI.- RECOMENDACIONES

- Se debe realizar un buen compactado de la mezcla al momento de elaborar los ladrillos, ya que así se evita vacíos que aumenten la absorción y disminuya la resistencia a compresión en los ladrillos.
- Se recomienda que para la dosificación se tome en cuenta el volumen del material que reemplaza a los agregados o al cemento, ya que en esta investigación, al momento del diseño de dosificación del grupo patrón, para 10 ladrillos solo se obtienen 9 ladrillos, del grupo 2, para 10 ladrillos solo se obtienen 8 ladrillos, del grupo 3, para 10 ladrillos solo se obtienen 7 ladrillos y del grupo 4, para 10 ladrillos solo se obtienen 6 ladrillos.
- La compra de materiales deben realizarse en un solo lugar, para facilitar el transporte de los mismo y saber su procedencia en el caso de los agregados; en nuestro caso el total de materiales que compramos es 3 bolsas de cemento, 16 latas de arena gruesa (de aquí zarandeamos para obtener el confitillo o piedra), que se compraron de “Distribuciones EL DIAMANTE –Materiales de construcción y ferretería”, además compramos la cáscara de arroz de un molino llamado “Planta Procesadora de Arroz El Cholo” y la ceniza de cáscara de arroz de una ladrillera, en la ciudad de Guadalupe, el total de compra de cáscara de arroz y de ceniza de la cáscara de arroz es 1 saco de c/u (usamos casi 3/4 de cada saco para elaborar los ladrillos y para el análisis químico).
- Para futuras investigaciones, se debe evaluar dosificar en el rango de 1% CA y CCA a 10% CA y CCA, ya que puede aumentar la resistencia que se obtiene en esta investigación, además de diferentes edades como 7, 14, 21 y 28 días.
- Realizar investigaciones sobre la CA y CCA u otros tipos de residuos orgánicos que puedan reemplazar los agregados de la mezcla, para poder obtener ladrillos ecológicos, económicos y sobre todo que sea sostenible para las futuras construcciones.

REFERENCIAS

ÁGUILA, Idalberto y SOSA, Milena. Evaluación físico químico de cenizas de cascarilla de arroz, bagazo de caña y hoja de maíz y su influencia en mezclas de mortero, como materiales puzolánicos. Revista de la Facultad de Ingeniería Universidad Central de Venezuela [En línea]. Diciembre 2008, n.º 4. [Fecha de consulta: 22 de abril de 2018]. Disponible en: http://www.scielo.org.ve/scielo.php?pid=S0798-40652008000400006&script=sci_arttext&tlng=pt
ISSN 0798-4065

AMERICAN Society for Testing and Materials (ASTM). Technical standards C29. United States: ASTM, 2015.

AMERICAN Society for Testing and Materials (ASTM). Technical standards C33. United States: ASTM, 2015.

AMERICAN Society for Testing and Materials (ASTM). Technical standards D2216. United States: ASTM, 2015.

AMERICAN Society for Testing and Materials (ASTM). Technical standards C136. United States: ASTM, 2015.

ANDRADE, Livingshthone y ALVAREZ, Arturo. Evaluación de cinco dosis de aplicación de ceniza de cascarilla de arroz como fuente de silicio y complemento a la fertilización con fósforo y potasio en el cultivo de arroz (*oryza sativa* L.) variedad f-50. Tesis (Ingeniero en Mecánica y Ciencias de la Producción) Cuba: Universidad Hermano Saíz, 2009.

Disponible en: <http://www.dspace.espol.edu.ec/xmlui/handle/123456789/1679>

ARROZ elaborado: abastecimiento y precio. [En línea]. Lima: Dirección de Estadística Agraria - MINAGRI, abril 2018. [Fecha de consulta: 27 de abril de 2018].

Disponible en: <http://www.minagri.gob.pe/portal/boletin-de-arroz/arroz-2018/category/36-boletin-de-arroz>

BARTOLOMÉ, Ángel. Comentarios a la norma técnica de edificación E.070 albañilería informe final. Lima, Perú, 2005. 147 pp.

CABO, María. Ladrillo ecológico como material sostenible para la construcción. Tesis (Ingeniero Técnico Agrícola en Explotaciones Agropecuarias). España: Universidad Pública de Navarra, 2013.

Disponible en: <https://academica-e.unavarra.es/bitstream/handle/2454/4504/577656.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

CAMARGO, Nelson e HIGUERA, Carlos. Concreto hidráulico modificado con sílice obtenida de la cascarilla del arroz. Ciencia e Ingeniería Neogranadina [En línea]. Junio – Octubre 2016, Volumen 27, n.º 1. [Fecha de consulta: 27 de mayo de 2018].

Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=91149521006>

ISSN: 0124-8170

CHUR, Giancarlo. Evaluación del uso de la cascarilla de arroz como agregado orgánico en morteros de mampostería. Tesis (Bachiller en Ingeniería Civil). Guatemala: Universidad de San Carlos de Guatemala, 2013.

Disponible en: http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08_3173_C.pdf

COMISIÓN de Reglamentos Técnicos y Comerciales - INDECOPI (Perú). Norma Técnica Peruana 399.185. AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para contenido de humedad total evaporable de agregados por secado. Lima: NTP, 2013. 13 pp.

COMISIÓN de Reglamentos Técnicos y Comerciales - Instituto Nacional de Defensa de la Competencia y de la Protección de la Propiedad Intelectual (INDECOPI) - (Perú). Norma Técnica Peruana 399.601. UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Ladrillos de concreto. Requisitos. Lima: NTP, 2006. 16 pp.

COMISIÓN de Reglamentos Técnicos y Comerciales - INDECOPI (Perú). Norma Técnica Peruana 399.604. UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Métodos de muestreo y ensayo de unidades de albañilería de concreto. Lima: NTP, 2002. 20 pp.

COMISIÓN de Reglamentos Técnicos y Comerciales - INDECOPI (Perú). Norma Técnica Peruana 399.613. UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Métodos de muestreo y ensayo de ladrillos de arcilla usados en albañilería. Lima: NTP, 2005. 39 pp.

COMISIÓN de Reglamentos Técnicos y Comerciales - INDECOPI (Perú). Norma Técnica Peruana 400.012. AGREGADOS. Análisis Granulométrico del agregado fino, grueso y global. Lima: NTP, 2001. 18 pp.

COMISIÓN de Reglamentos Técnicos y Comerciales - INDECOPI (Perú). Norma Técnica Peruana 400.017. AGREGADOS. Método de ensayo para determinar el peso unitario del agregado. Lima: NTP, 1999. 14 pp.

COMISIÓN de Reglamentos Técnicos y Comerciales - INDECOPI (Perú). Norma Técnica Peruana 400.022. AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para peso específico y absorción del agregado fino. Lima: NTP, 2001. 17 pp.

CORTÉS, Facundo, SÁENZ, Agustín y DE LA CRUZ, Francisco. Concreto Ligero utilizando Cáscara de Nuez. Revista de Arquitectura e Ingeniería [En línea]. Abril 2015, Volumen 9, n.º 1. [Fecha consultada: 26 de mayo de 2018].

Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=193948443004>

ISSN: 1990-8830

DISEÑO del prototipo de hueso yunque y pruebas mecánicas a partir de cascarilla del arroz. [Mensaje en un blog]. Bogotá: Castrillón, J. y Castrillón, S., (7 de junio de 2011). [Fecha de consulta: 22 de abril de 2018]. Disponible en: <http://biocell-umb.blogspot.pe/2011/06/disenio-del-prototipo-de-hueso-yunque-y.html>

ENCICLOPEDIA libre Wikipedia. IUPAC. 28 de mayo del 2018. Disponible en: https://es.wikipedia.org/wiki/%C3%93xido_de_calcio

FERNÁNDEZ, Nicolás, EGGS Nancy, SALVAREZZA, Susana, AZARIO, Ricardo y GARCÍA, María. Adsorción de cromo hexavalente en la cáscara de arroz modificada químicamente. Avances en Ciencias e Ingeniería [En línea]. Julio - Septiembre 2012, Volumen 3, n.º 3. [Fecha consultada: 27 de mayo de 2018].

Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=323627687014>

ISSN: 0718-8706

FUENTES, Natalia, FRAGOZO, Oscar y VIZACAINO, Lissette. Residuos agroindustriales como adiciones en la elaboración de bloques de concreto no estructural. Ciencia e Ingeniería Neogranadina [En línea]. Marzo – Septiembre 2015, Volumen 25, n.º 2. [Fecha consultada: 26 de mayo de 2018].

Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=91142868006>

ISSN: 0124-8170

HDSM Hoja de Datos de Seguridad de Materiales.[En línea]. Mexico: Orión Productos Industriales, S.A. de C.V, Enero, 2014. [Fecha de consulta: 22 de abril de 2018].

Disponible en:

http://www.orionproductos.com.mx/orion_web/PDF/HDSM%20Hidroxido%20de%20Calcio.pdf

HIDRÓXIDO de Calcio: Fórmula, Propiedades, Reactividad y Usos. [En línea]. Sevilla: Lidefer.com de Alberto Cajal, 2017. [Fecha de consulta: 22 de abril de 2018].

Disponible en: <https://www.lifeder.com/hidroxido-de-calcio/>

HUARAZ, Carlos. Diseño de un gasificador de 25 kW para aplicaciones domésticas usando como combustible cascarilla de arroz. Tesis (Bachiller en Ingeniería Mecánica) Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú, 2013.

Disponible en: <http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/123456789/4497>

INFORME del arroz. [En línea]. Lima: Dirección General de Políticas Agrarias - MINAGRI, abril 2017. [Fecha de consulta: 22 de abril de 2018].

Disponible en: [file:///C:/Users/HP/Downloads/boletin-informe-arroz_final%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/HP/Downloads/boletin-informe-arroz_final%20(1).pdf)

LA cal hidratada y su uso en diferentes industrias. [Mensaje en un blog]. México: QuimiNet, (11 de enero 2007). [Fecha de consulta: 22 de abril de 2018].

Disponible en: <https://www.quiminet.com/articulos/la-cal-hidratada-y-su-uso-en-diferentes-industrias-17637.htm>

LADRILLOS ecológicos, ventajas y desventajas. [En línea]. Castellón: En Buenas Manos de Juan Sánchez. [Fecha de consulta: 22 de abril de 2018].

Disponible en: <https://www.enbuenasmanos.com/ladrillos-ecologicos>

LARA, C., MOLINA, W., TORRES, A., ALONSO, E., CHÁVEZ, H., HERNÁNDEZ, H., MARTINEZ, W., PÉREZ, J., BEDOLLA, J. y GONZÁLEZ, F. Concreto reciclado: una revisión. Revista de la Asociación Latinoamericana de Control de Calidad, Patología y Recuperación de la Construcción [En línea]. Septiembre – Diciembre 2015, Volumen 5, n.º 3. [Fecha consultada: 26 de mayo de 2018].

Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=427643087006>

ISSN: 2007-6835

LINAREZ, Claudio. Elaboración de ladrillos ecológicos a partir de residuos agrícolas (cáscara y ceniza de arroz), como material sostenible para la construcción. Tesis (Bachiller en Gestión Ambiental). Iquitos: Universidad Nacional de la Amazonía Peruana, 2015.

Disponible en:

<http://repositorio.unapiquitos.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/3253/TESIS%20PARA%20LIBRO%20CLAUDIO%20H.%20LINAREZ.pdf?sequence=1>

LOAYZA, Percy. Efecto de la ceniza de cáscara de arroz sobre la resistencia a la compresión del concreto normal. Tesis (Bachiller en Ingeniería Civil). Cajamarca: Universidad Nacional de Cajamarca, 2014.

Disponible en:

<http://repositorio.unc.edu.pe/bitstream/handle/UNC/663/T%20693.5%20L795%202014.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

MATTEY, Pedro, ROBAYO, Rafael, DÍAZ, Jherson, ARJONA, Silvio y MONZÓ, José. Influencia del mezclado en dos etapas en la fabricación de ladrillos de mampostería con ceniza de cascarilla de arroz como agregado fino. Revista Colombiana de Materiales [En línea]. Noviembre 2013, n.º 5. [Fecha consultada: 22 de abril de 2018].

Disponible en:

<https://aprendeenlinea.udea.edu.co/revistas/index.php/materiales/article/view/19603>

ISSN 2256-1013

MOLINA, Natalia, FRAGOZO, Oscar y VIZCAINO, Lissette. Residuos agroindustriales como adiciones en la elaboración de bloques de concreto no estructural. Ciencia e Ingeniería Neogranadina. [En Línea]. Septiembre 2015, Volumen 25, n.º 2, [Fecha de consulta: 22 de abril de 2018].

Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=91142868006>

ISSN: 0124-8170

MUÑOZ, Mayra. Resistencia característica a compresión axial de ladrillo de concreto al incorporar ceniza de cáscara de arroz. Tesis (Bachiller en Ingeniería Civil). Cajamarca: Universidad Privada Del Norte, 2017.

Disponible en:

<http://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/12675?show=full>

NORMAS Legales (Perú). Reglamento Nacional de Edificaciones E 070. Albañilería. Lima: RNE, 2006. 15 pp.

PEREZ, Thalila. Comportamiento físico - mecánico del ladrillo de concreto tipo IV. Tesis (Bachiller en Ingeniería Agrícola) Lima: Universidad Nacional Agraria La Molina, 2016.

Disponible en: <http://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/UNALM/2492>

PRADA, Abelardo y CORTÉS, Carrol. La descomposición térmica de la Cascarilla de arroz: una alternativa de aprovechamiento integral. Orinoquia [En línea]. 2010, Volumen 14, n.º 2. [Fecha de consulta: 22 de abril de 2018].

Disponible en:

<http://orinoquia.unillanos.edu.co/index.php/orinoquia/article/view/103/539>

ISSN 2011-2629

PRODUCTOS y Servicios especializados. [En línea]. Lima: Cementos Pacasmayo S.A.A., agosto 2017. [Fecha de consulta: 22 de abril de 2018].

Disponible en: <http://www.cementospacasmayo.com.pe/productos-y-servicios/cementos/tradicional/tipo-i>

PROPIEDADES de las cenizas de la cascarilla de arroz [En línea]. Los Ángeles: eHow de Natalie Andrews, abril 2017. [Fecha de consulta: 22 de abril de 2018].

Disponible en: http://www.ehowenespanol.com/propiedades-cenizas-cascarilla-arroz-info_192823/

QUISPE, Yonny. Evaluación de la resistencia a la compresión del concreto con sustitución parcial del cemento por ceniza de cascara de arroz en la Zona Altiplánica. Tesis (Bachiller en Ingeniería Civil). Puno: Universidad Nacional Del Altiplano, 2018.

Disponible en:

<http://repositorio.unap.edu.pe/handle/UNAP/8398>

RAMEZANIANPOUR, A, MAHDI. M y AHMADIBENI, G. The Effect of Rice Husk Ash on Mechanical Properties and Durability of Sustainable Concretes. International Journal of Civil Engineering [En línea]. June 2009, Volume 7, n.º 2. [Fecha consultada: 26 de mayo de 2018].

Disponible en: <http://ijce.iust.ac.ir/article-1-213-en.html>

ISSN: 2383-3874

RAMOS, Jesús. Costos y presupuestos en edificación. [En Línea]. 2.a ed. Perú: CAPECO, 2003 [Fecha de Consulta: 22 de Abril de 2018]. Disponible en: https://civilyedaro.files.wordpress.com/2014/08/costos_y_presupuestos_en_edificacion_-_capeco_r.pdf

RECURSO Forestal. [En línea]. Lima: MINAGRI, 2015. [Fecha de consulta: 27 de abril de 2018]. Disponible en: <http://minagri.gob.pe/portal/especial-iv-cenagro/26-sector-agrario/arroz/217-generalidades-del-producto>.

REGALADO, Luis y HUERTAS, Miguel. Influencia de la cascarilla y ceniza de cascarilla de arroz sobre la resistencia a la compresión de un concreto no estructural, Trujillo 2018. Tesis (Bachiller en Ingeniería Civil). Trujillo: Universidad Privada Del Norte, 2018.

Disponible en:

<http://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/13593>

RIVERA, Gerardo. Concreto Simple. [En Línea]. Perú: Universidad del Cauca, 2013 [Fecha de Consulta: 22 de abril de 2018]. Capítulo 12. Concretos Especiales.

Disponible en: <https://civilgeeks.com/2013/08/28/libro-de-tecnologia-del-concreto-y-mortero-ing-gerardo-a-rivera-l/>

SERRANO, Tomas, BORRACHERO, Victoria, MONZÓ, José y PAYÁ, Jordi. Morteros aligerados con cascarilla de arroz: diseño de mezclas y evaluación de propiedades. DYNA [En línea]. Junio – Julio 2013, Volumen 79, n.º 175. [Fecha consultada: 22 de abril de 2018].

Disponible en: <https://revistas.unal.edu.co/index.php/dyna/article/view/28275/43524>
ISSN 2346-2183

TAPIA, Carlos. Evaluación de las características físicas mecánicas de la albañilería producida artesanalmente en los centros poblados de Manzanamayo y San José del distrito de baños del inca, Cajamarca. Tesis (Bachiller en Ingeniería Civil).Cajamarca: Universidad Nacional de Cajamarca, 2015.

Disponible en: <http://repositorio.unc.edu.pe/handle/UNC/627>

TODO para construcción. AXIOMA COMUNICACIONES S.A.S. 14 de enero 2017.
Disponible en: <http://en-obra.com/guia/classified/cal-hidratada-1473.html>

UNICON. Profesionales en concreto. Magia Digital. 13 de marzo del 2018. Disponible en: <http://www.unicon.com.pe/principal/categoria/plantas/18/c-18>.

UNICON. Profesionales en concreto. Magia Digital. 20 de abril del 2018. Disponible en: <http://www.unicon.com.pe/principal/categoria/recursos/11/c-11>.

VAN, Lan, BULGAKOV, Boris, BAZHENOVA, Sofía, ALEXSANDROVA, Olga, NGOC, Anh y DINH, Tho. Effect of Rice Husk Ash and Fly Ash on the workability of concrete mixture in the High-Rise Construction. E3S Web of Conferences [En línea]. March 2018, Volume 33. [Fecha consultada: 26 de mayo de 2018].
Disponible en: <https://doi.org/10.1051/e3sconf/20183302029>
ISSN: 2267-1242

VARÓN, Javier. Diseño, construcción y puesta a punto de un prototipo de quemador para la combustión continua y eficiente de la cascarilla de arroz. Universidad Autónoma de Occidente [En línea]. Julio - Diciembre 2005, n.º 25. [Fecha de consulta: 22 de abril de 2018].
Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=47802513>
ISSN 0121-0777

ANEXOS

ANEXO 1



Figura 1. Imagen del arroz.

Fuente: MINAGRI – SISAP 2018.

ANEXO 2



Figura 2. Producción de Arroz por Regiones (enero – marzo 2018).

Fuente: MINAGRI 2018.

ANEXO 3

Cuadro 1. Precios del arroz según calidad (S/. por Unidad de medida).

	Precio Promedio Últ 7 días	PRECIOS			
		dom - 15	lun - 16	mar-17	Var. (%)
Arroz nacional					
Corriente (49 kilos)	90.7	90.7	90.8	90.9	0.1%
Superior (49 kilos)	98.1	98.1	98.1	98.1	-0.1%
Sup. Despuntado (49 kilos)	110.8	110.8	110.8	110.8	0.0%
Extra (50 kilos)	125.8	125.8	125.8	125.8	0.0%
Arroz de Uruguay					
Saman (50 kilos)	150.8	150.9	150.9	150.8	-0.1%

Fuente: MINAGRI – SISAP. (2018).

ANEXO 4

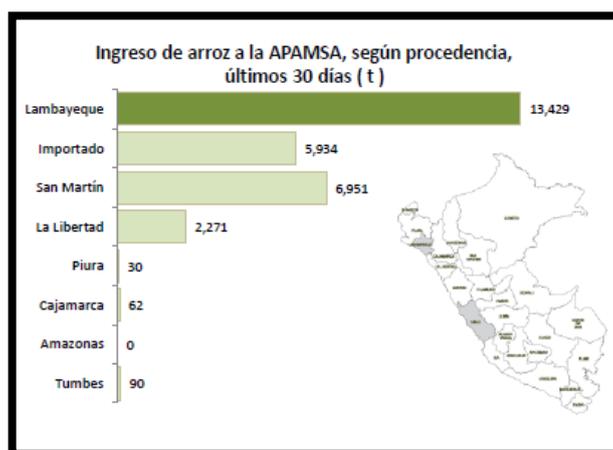


Figura 3. Ingreso de arroz a la APAMSA, según procedencia, último 30 días (t).

Fuente: MINAGRI – SISAP. (2018).

ANEXO 5

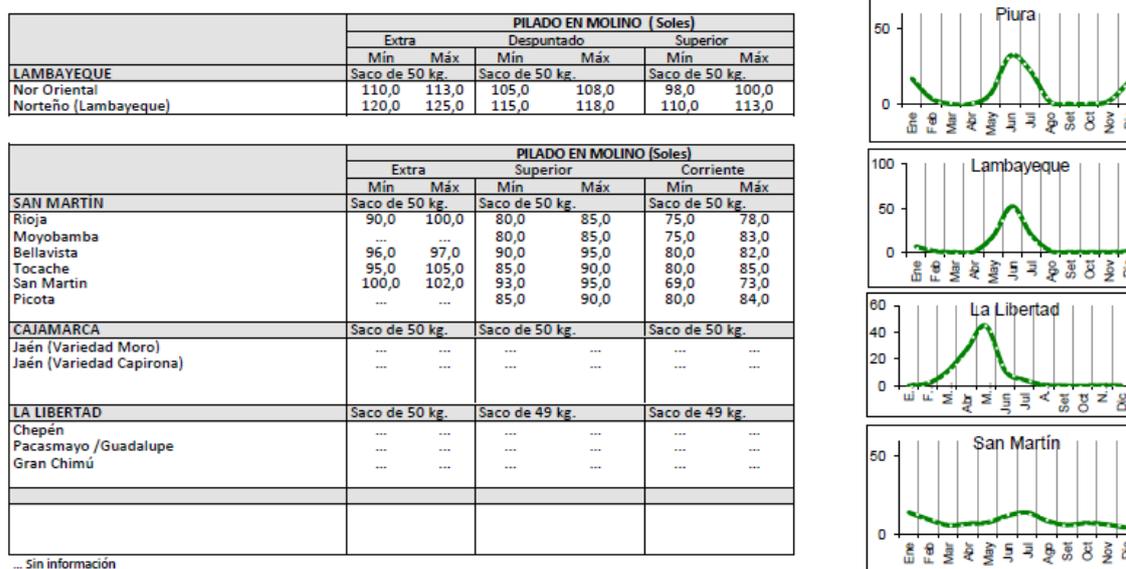


Figura 4. Precios referenciales de arroz en principales zonas productoras del país

Calendario de Cosechas (%)

Fuente: MINAGRI – SISAP. (2018).

ANEXO 6



Figura 5. Cáscara de arroz.

ANEXO 7

Cuadro 3. Propiedades físicas de la cáscara de arroz.

Parámetro	Valor		
	Perú	Argentina	
		Tratada	Sin Tratar
Peso específico (kg/m ³)	780.0	980.0	1290.0
Densidad aparente sin compactar (kg/m ³)	110.0	102.0	125.0
Densidad aparente compactada (kg/m ³)	140.0	142.0	220.0
Diámetro máximo (mm)	--	2.3	
Módulo de finura		3.74	

Fuente: Giancarlo Chur. (2010).

ANEXO 8

Cuadro 5. Composición de la cascarilla de arroz en diferentes lugares del mundo.

Parámetros	Valores en porcentajes (%)					
	Canadá				California	China
	Zona 1	Zona 2	Zona 3	Zona 4	Zona 5	Zona 6
C	37.6	42.10	38.7	42.60	38.83	37.60
H	5.42	4.98	4.70	5.10	4.75	5.78
O	36.56	33.66	31.37	33.44	35.47	37.62
N	0.38	0.40	0.50	0.51	0.52	1.88
S	0.03	0.02	0.01	0.02	0.05	0.09
CL	0.01	0.04	0.12	0.13	0.12	0.00
Cenizas	20.00	18,80	24.60	18.20	18.67	16.92
Total	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00

Fuente Carlos Yi Huaraz Choi. (2013).

ANEXO 9



Figura 6. Ceniza de la cáscara de arroz.

Fuente: Universidad Nacional de Colombia.

ANEXO 10

Cuadro 8. Caracterización Química de la Ceniza.

ANÁLISIS QUÍMICO (%)	
Descripción	Ceniza cascarilla del arroz
SiO₂	90
Al₂O₃	0.62
Fe₂O₃	0.5
CaO	1.23
MgO	0.34
Na₂O	< 0.32
K₂O	2.07
TiO₂	0.03
Pérdida al fuego	0.5

Fuente: Nelson Camargo y Carlos Higuera. (2016).

ANEXO 11

Cuadro 10. Physical characterization of RHA

Features	RHA
Specific weight (g/cm ³)	2.15
The volume of natural porous state (kg/m ³)	572
Specific surface area (m ² /g)	11.35
Humidity (%)	2
Retained content on sieve with a hole size of 45 um (%)	23.2
Water requirement (%)	100.7

Fuente: Lam Van. (2018).

ANEXO 12

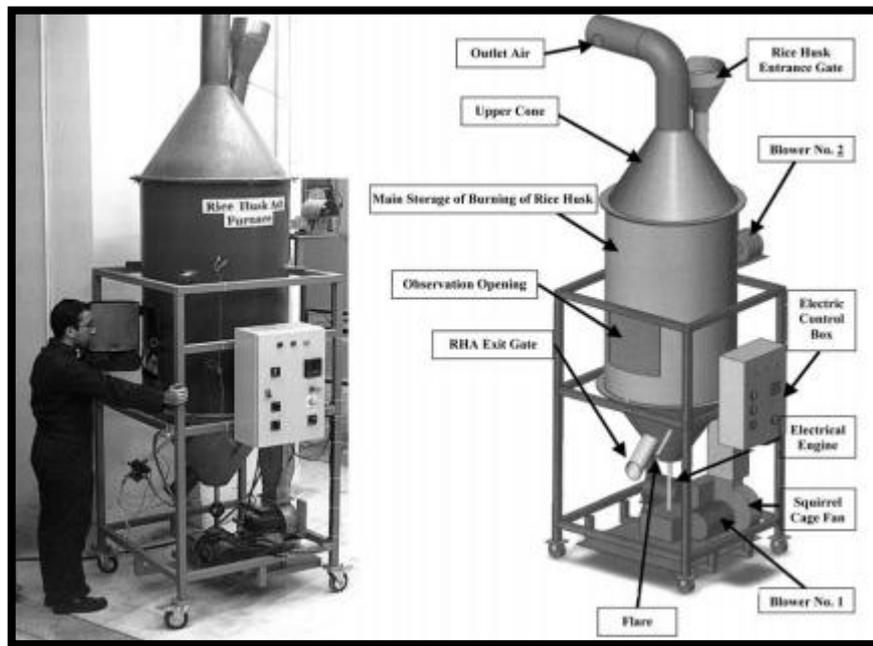


Figura 7. Photograph of rice husk ash furnace.

Fuente: A. Ramezianpour. (2009).

ANEXO 13



Figura 8. Cal hidratada o hidróxido de calcio.

Fuente: Todo para construcción.

ANEXO 14



Figura 9. Estructura del hidróxido de calcio.

Fuente: Alberto Cajal. (2017).

ANEXO 15



Figura 10. Cemento EXTRA FORTE – Tipo ICo.

Fuente: Cementos Pacasmayo. (2017).

ANEXO 16

Cuadro 11. Tipos de adiciones residuales evaluados en la elaboración de ladrillos - bloques de construcción en diferentes regiones.

Adiciones residuales	Lugar
Cascarilla de arroz	Guatemala, España, Argentina, Perú, Colombia
Ceniza de cáscara de arroz	España, Perú, Argentina, Habana, Cuba, Cartagena, Colombia
Ceniza centrales térmicas	Cali, Colombia, España, Argentina, Medellín, Colombia Cali, Colombia
Arena	Perú
Ceniza de rastrojo de maíz	España
Ceniza volante y piedra pómez	Bucaramanga, Colombia
Cenizas de hojas de maíz y bagazo de caña	Venezuela
Ceniza de coco y pino	Inglaterra

Fuente: Fuentes et al. (2018).

ANEXO 17

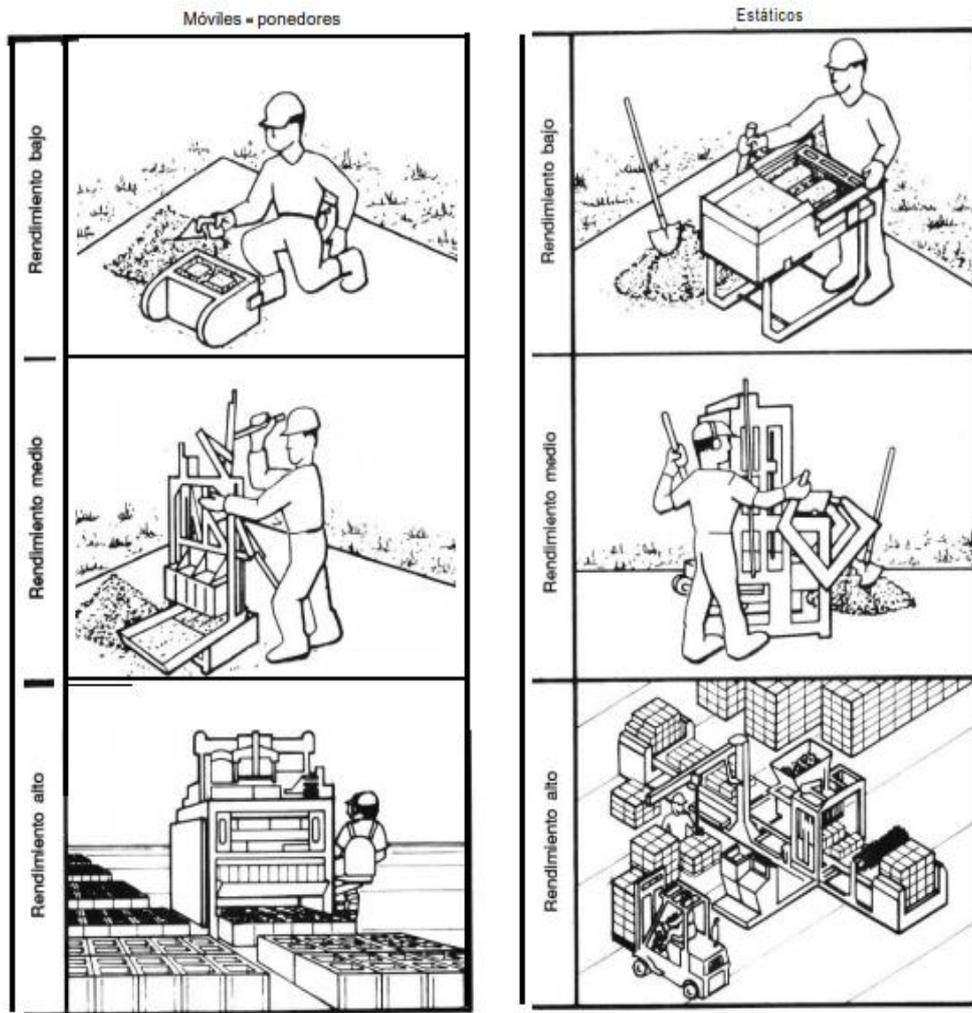


Figura 18. Tipos de equipos y diferentes procesos de fabricación de bloques de concreto

Fuente: Instituto Peruano de Productores de cemento

ANEXO 18

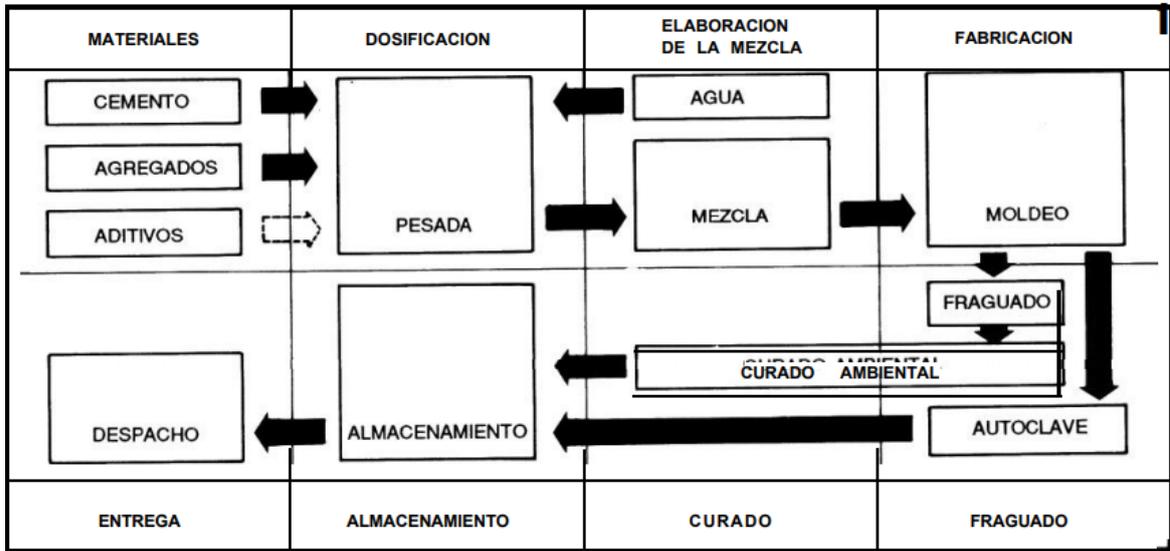


Figura 19. Esquema típico del proceso de fabricación

Fuente: Instituto Peruano de Productores de cemento.

ANEXO 19

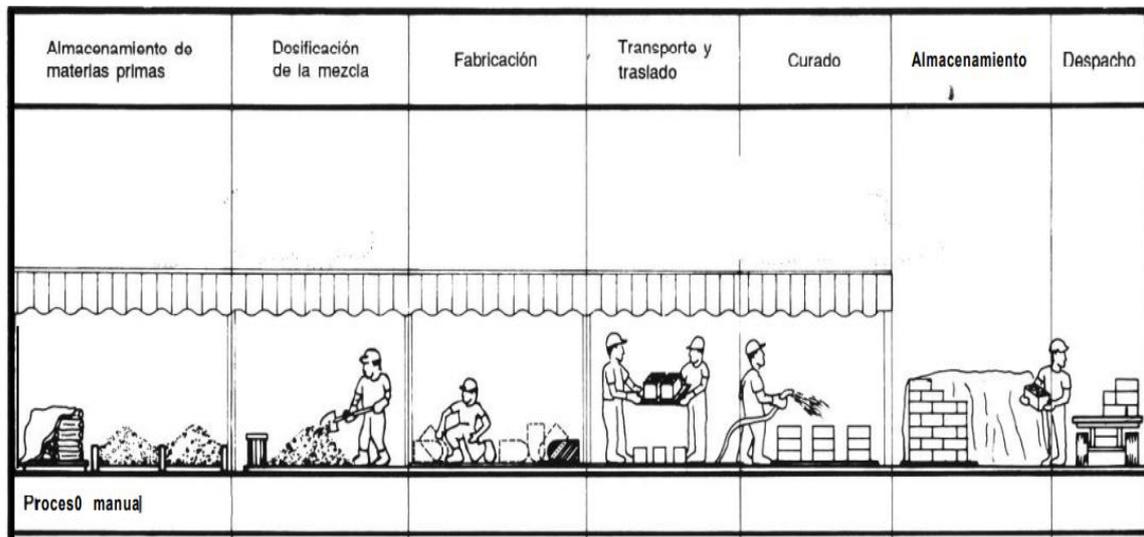


Figura 20. Proceso manual del bloque de concreto

Fuente: Instituto Peruano de Productores de cemento

ANEXO 20

FICHA TÉCNICA Y FICHA PARA ENSAYOS

Cuadro 17. Ficha Técnica: Ladrillos de concreto.

FICHA TÉCNICA: LADRILLOS DE CONCRETO								
Nombre de la Investigación:	"Cáscara y ceniza de arroz en la resistencia a compresión y absorción en ladrillos de concreto, Trujillo, La Libertad, 2018"							
Autores:	Ramos Veintemilla, Carlos Enrique. Solórzano Rodríguez, Gilberh Jampier.							
Objetivo:	Evaluar el efecto de la cáscara y ceniza de arroz sobre la resistencia a la compresión y absorción en bloques de concreto ecológicos, Trujillo, La Libertad, 2018.							
Dosificación Recomendada:	F'c = 175 kg/cm ² (Diseño), 1:2.5:2.5 en volumen - Ladrillo de concreto con 10% de CA y CCA + 99% Cemento + 1% Cal de Obra + 90% Confitillo +10% CA + 90% Arena Gruesa + 10 % CCA.							
Resistencia a la Compresión:	0%	178.63 kg/cm ²	5%	175.88 kg/cm ²	10%	164.16 kg/cm ²	15%	159.68 kg/cm ²
		175.78 kg/cm ²		139.30 kg/cm ²		138.79 kg/cm ²		111.97 kg/cm ²
		181.79 kg/cm ²		121.87 kg/cm ²		154.38 kg/cm ²		131.96 kg/cm ²
Absorción:	0%	3.42%	5%	4.59%	10%	5.13%	15%	3.47%
		3.02%		3.69%		3.53%		5.93%
		5.56%		7.08%		4.73%		6.24%
Variabilidad Dimensional:	0%	Largo 239.780, Ancho 130.000 y Alto 89.500 (mm)	5%	Largo 239.250, Ancho 133.250 y Alto 89.000 (mm)	10%	Largo 241.250, Ancho 130.250 y Alto 89.750 (mm)	15%	Largo 241.500, Ancho 131.750 y Alto 89.750 (mm)
		Largo 240.000, Ancho 130.000 y Alto 88.750 (mm)		Largo 239.500, Ancho 132.250 y Alto 89.000 (mm)		Largo 239.500, Ancho 129.250 y Alto 89.750 (mm)		Largo 242.000, Ancho 131.250 y Alto 92.750 (mm)
		Largo 239.250, Ancho 130.750 y Alto 90.750 (mm)		Largo 240.500, Ancho 132.750 y Alto 91.500 (mm)		Largo 238.500, Ancho 129.250 y Alto 90.000 (mm)		Largo 241.250, Ancho 130.500 y Alto 92.500 (mm)
Alabeo:	0%	4.330 mm	5%	3.830 mm	10%	2.230 mm	15%	4.000 mm
		3.170 mm		2.670 mm		4.230 mm		3.170 mm
		3.670 mm		4.330 mm		4.430 mm		3.830 mm
Eflorescencia:	0%	E. Baja	5%	E. Baja	10%	E. Baja	15%	E. Media
		E. Baja		E. Baja		E. Baja		E. Media
		E. Baja		E. Baja		E. Baja		E. Media
Peso del ladrillo:	0%	6.242 kg	5%	5.556 kg	10%	5.513 kg	15%	5.601 kg

	6.153 kg		5.874 kg		5.462 kg		5.412 kg
	6.189 kg		5.523 kg		5.499 kg		5.404 kg
UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL  UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO							
Proyecto:	Cáscara y ceniza de arroz en la resistencia a compresión y absorción en ladrillos de concreto, Trujillo, La Libertad, 2018						
Ensayo:	ENSAYO DE RESISTENCIA A COMPRESIÓN						
Fecha:	01/11/2018						
Responsable (s):	Carlos Ramos Veintemilla - Giberh Solórzano Rodríguez						
ENSAYO DE RESISTENCIA A COMPRESIÓN – NTP 399.601 y NTP 399.604							
MUESTRA DE LADRILLO	Fuerza de Compresión (KN)	Resistencia a Compresión (N/mm ²)	Resistencia a Compresión (Kg - f/cm ²)	MUESTRA DE LADRILLO	Fuerza de Compresión (KN)	Resistencia a Compresión (N/mm ²)	Resistencia a Compresión (Kg - f/cm ²)
Grupo 1 o Patrón (0% CA y CCA)				Grupo 3 (10% CA y CCA)			
LA1	547.00	17.53	178.63	LC1	502.60	16.11	164.16
LA2	538.30	17.25	175.78	LC2	425.00	13.62	138.79
LA3	454.60	15.21	154.99	LC3	401.20	12.86	131.04
LA4	456.50	17.84	181.79	LC4	472.60	15.15	154.38
LA5	467.00	14.97	152.54	LC5	317.50	10.18	103.73
Mínimo		14.97	152.54	Mínimo		10.18	103.73
Promedio		16.56	168.75	Promedio		13.58	138.42
Máximo		17.84	181.79	Máximo		16.11	164.16
Grupo 2 (5% CA y CCA)				Grupo 4 (15% CA y CCA)			
LB1	538.40	17.26	175.88	LD1	489.00	15.67	159.68
LB2	329.50	10.56	107.61	LD2	224.50	7.12	73.33
LB3	426.70	13.67	139.30	LD3	280.40	10.99	111.97
LB4	373.30	11.96	121.87	LD4	403.90	12.95	131.96
LB5	343.50	11.01	112.19	LD5	326.10	10.45	106.49
Mínimo		10.56	107.61	Mínimo		7.12	73.33
Promedio		12.89	131.37	Promedio		11.44	116.69
Máximo		17.26	175.88	Máximo		15.67	159.68

Figura 27. Ficha del ensayo de resistencia a compresión – NTP 399.601 y NTP 399.604.

UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

Proyecto:	Cáscara y ceniza de arroz en la resistencia a compresión y absorción en ladrillos de concreto, Trujillo, La Libertad, 2018						
Ensayo:	ENSAYO DE ABSORCIÓN						
Fecha:	01/11/2018						
Responsable (s):	Carlos Ramos Veintemilla - Giberh Solórzano Rodríguez						
ENSAYO DE ABSORCIÓN - NTP 399.601 y NTP 399.604							
MUESTRA DE LADRILLO	Peso Saturado (Kg)	Peso Seco (Kg)	Absorción (%)	MUESTRA DE LADRILLO	Peso Saturado (Kg)	Peso Seco (Kg)	Absorción (%)
Grupo 1 o Patrón (0% CA y CCA)				Grupo 3 (10% CA y CCA)			
LA1	6.146	5.943	3.42	LC1	5.921	5.632	5.13
LA2	6.312	6.127	3.02	LC2	6.225	6.013	3.53
LA3	6.555	6.350	3.23	LC3	6.219	6.017	3.36
LA4	6.137	5.814	5.56	LC4	6.106	5.83	4.73
LA5	6.533	6.363	2.67	LC5	6.305	6.042	4.35
Mínimo			2.67	Mínimo			3.36
Promedio			3.58	Promedio			4.22
Máximo			5.56	Máximo			5.13
Grupo 2 (5% CA y CCA)				Grupo 4 (15% CA y CCA)			
LB1	5.828	5.572	4.59	LD1	6.022	5.82	3.47
LB2	5.888	5.614	4.88	LD2	6.795	5.378	26.35
LB3	5.880	5.671	3.69	LD3	5.873	5.544	5.93
LB4	5.795	5.412	7.08	LD4	5.904	5.557	6.24
LB5	5.742	5.373	6.87	LD5	5.876	5.481	7.21
Mínimo			3.69	Mínimo			3.47
Promedio			5.42	Promedio			9.84
Máximo			7.08	Máximo			26.35

Figura 29. Ficha del ensayo de absorción – NTP 399.601 y NTP 399.604.

UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO							
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL							
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL							
				UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO			
Proyecto:	Cáscara y ceniza de arroz en la resistencia a compresión y absorción en ladrillos de concreto, Trujillo, La Libertad, 2018						
Ensayo:	ENSAYO DE VARIABILIDAD DIMENSIONAL						
Fecha:	12/11/2018						
Responsable (s):	Carlos Ramos Veintemilla - Giberh Solórzano Rodriguez						
ENSAYO DE VARIABILIDAD DIMENSIONAL – NTP 399.613							
MUESTRA DE LADRILLO	Largo (mm)	Ancho (mm)	Alto (mm)	MUESTRA DE LADRILLO	Largo (mm)	Ancho (mm)	Alto (mm)
Grupo 1 o Patrón (0% CA y CCA)				Grupo 3 (10% CA y CCA)			
LA1	239.780	130.000	89.500	LC1	241.250	130.250	89.750
LA2	240.000	130.000	88.750	LC2	239.500	129.250	89.750
LA3	240.100	130.400	90.000	LC3	242.000	133.100	89.500
LA4	239.250	130.750	90.750	LC4	238.500	129.250	90.000
LA5	239.000	130.400	90.500	LC5	241.500	133.250	90.500
Promedio	239.626	130.310	89.900	Promedio	240.550	131.020	89.900
Fabricante	240.000	130.000	90.000	Fabricante	240.000	130.000	90.000
Variación (%)	0.156	-0.238	0.111	Variación (%)	-0.229	-0.785	0.111
CV	0.374	-0.310	0.100	CV	-0.550	-1.020	0.100
Grupo 2 (5% CA y CCA)				Grupo 4 (15% CA y CCA)			
LB1	239.250	133.250	89.000	LD1	241.500	131.750	89.750
LB2	240.500	131.250	91.000	LD2	240.750	132.250	91.250
LB3	239.500	132.250	89.000	LD3	242.000	131.250	92.750
LB4	240.500	132.750	91.500	LD4	241.250	130.500	92.500
LB5	240.500	131.000	88.000	LD5	240.000	130.000	89.500
Promedio	240.050	132.100	89.700	Promedio	241.100	131.150	91.150
Fabricante	240.000	130.000	90.000	Fabricante	240.000	130.000	90.000
Variación (%)	-0.021	-1.615	0.333	Variación (%)	-0.458	-0.885	-1.278
CV	-0.050	-2.100	0.300	CV	-1.100	-1.150	-1.150

Figura 32. Ficha del ensayo de variación dimensional – NTP 399.613.

UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

Proyecto:	Cáscara y ceniza de arroz en la resistencia a compresión y absorción en ladrillos de concreto, Trujillo, La Libertad, 2018		
Ensayo:	ENSAYO DE ALABEO		
Fecha:	12/11/2018		
Responsable (s):	Carlos Ramos Veintemilla - Giberh Solórzano Rodríguez		
ENSAYO DE ALABEO – NTP 399.613			
MUESTRA DE LADRILLO	Alabeo (mm)	MUESTRA DE LADRILLO	Alabeo (mm)
Grupo 1 o Patrón (0% CA y CCA)		Grupo 3 (10% CA y CCA)	
LA1	4.330	LC1	3.630
LA2	3.170	LC2	3.500
LA3	2.500	LC3	4.230
LA4	3.670	LC4	4.430
LA5	5.170	LC5	4.130
Promedio	3.768	Promedio	3.984
Grupo 2 (5% CA y CCA)		Grupo 4 (15% CA y CCA)	
LB1	3.830	LD1	4.0000
LB2	4.830	LD2	4.6700
LB3	2.670	LD3	3.1700
LB4	4.330	LD4	3.8300
LB5	2.330	LD5	2.5000
Promedio	3.598	Promedio	3.634

Figura 34. Ficha del ensayo de alabeo – NTP 399.613.

UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO							
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL							
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL							
				UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO			
Proyecto:	Cáscara y ceniza de arroz en la resistencia a compresión y absorción en ladrillos de concreto, Trujillo, La Libertad, 2018						
Ensayo:	ENSAYO DE EFLORESCENCIA O SALINIDAD						
Fecha:	12/11/2018						
Responsable (s):	Carlos Ramos Veintemilla - Giberh Solórzano Rodriguez						
ENSAYO DE EFLORESCENCIA O SALINIDAD – NTP 399.613							
MUESTRA DE LADRILLO	Eflorescencia Alta	Eflorescencia Media	Eflorescencia Baja	MUESTRA DE LADRILLO	Eflorescencia Alta	Eflorescencia Media	Eflorescencia Baja
Grupo 1 o Patrón (0% CA y CCA)				Grupo 3 (10% CA y CCA)			
LA1			X	LC1			X
LA2			X	LC2			X
LA3			X	LC3			X
LA4			X	LC4			X
LA5			X	LC5			X
Promedio	Eflorescencia Baja			Promedio	Eflorescencia Baja		
Grupo 2 (5% CA y CCA)				Grupo 4 (15% CA y CCA)			
LB1			X	LD1		X	
LB2			X	LD2		X	
LB3			X	LD3		X	
LB4			X	LD4		X	
LB5			X	LD5			X
Promedio	Eflorescencia Baja			Promedio	Eflorescencia media		

Figura 35. Ficha del ensayo de eflorescencia o salinidad – NTP 399.613.

UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

Proyecto:	Cáscara y ceniza de arroz en la resistencia a compresión y absorción en ladrillos de concreto, Trujillo, La Libertad, 2018		
Ensayo:	ENSAYO DE PESO		
Fecha:	12/11/2018		
Responsable (s):	Carlos Ramos Veintemilla - Giberh Solórzano Rodríguez		
ENSAYO DE PESO – NTP 399.613			
MUESTRA DE LADRILLO	PESO (Kg)	MUESTRA DE LADRILLO	PESO (Kg)
Grupo 1 o Patrón (0% CA y CCA)		Grupo 3 (10% CA y CCA)	
LA1	6.242	LC1	5.513
LA2	6.153	LC2	5.462
LA3	6.427	LC3	6.013
LA4	6.189	LC4	5.499
LA5	6.456	LC5	5.572
Promedio	6.293	Promedio	5.612
ENSAYO DE PESO – NTP 399.613			
Grupo 2 (5% CA y CCA)		Grupo 4 (15% CA y CCA)	
LB1	5.556	LD1	5.605
LB2	5.667	LD2	5.523
LB3	5.874	LD3	5.425
LB4	5.523	LD4	5.412
LB5	5.545	LD5	5.434
Promedio	5.633	Promedio	5.480

Figura 37. Ficha del ensayo de peso – NTP 399.613.

ANEXO 21
RESULTADOS DE ANÁLISIS DE LABORATORIO



UNIVERSIDAD NACIONAL DE TRUJILLO
LABORATORIO DE SERVICIOS A LA COMUNIDAD E INVESTIGACION
LASACI

INFORME DE ANÁLISIS

SOLICITANTE	: CARLOS RAMOS VEINTEMILLA
MUESTRA	: Cascara de Arroz
FECHA DE INGRESO	: 12 DE OCTUBRE DEL 2018
MUESTRA RECIBIDA EN LABORATORIO	

DETERMINACION	UNIDADES	RESULTADOS
Humedad	%	14.8
Proteínas	%	2.63
Grasas	%	0.42
Cenizas	%	28.4
Carbohidratos	%	53.8
Energía	kcal	229.5
Calcio	Ca mg	80
Hierro	Fe mg	67
Fosforo	P mg	0.05
Zinc	Zn mg	3.21

Método de Ensayo para sulfatos por digestión-espectrofotométrico
Método de ensayo por Absorción Atómica de hierro y aluminio

TRUJILLO, 22 DE OCTUBRE DEL 2018



LASACI
Carlos A. Valdez Mendoza
ING. QUÍMICO
R.C.P. 122588

AGUAS - SUELOS - ALIMENTOS - MINERALES - ACEITE - CARBON - CAL

FACULTAD DE INGENIERIA QUIMICA
☎ 949959632 / 942844957

Figura 39. Análisis Químico de la Cáscara de Arroz.

Fuente: Laboratorio de Servicios a la comunidad e Investigación – LASACI – Facultad de Ingeniería Química – Universidad Nacional de Trujillo.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE TRUJILLO
LABORATORIO DE SERVICIOS A LA COMUNIDAD E INVESTIGACION

LASACI

INFORME DE ANÁLISIS

SOLICITANTE	: CARLOS RAMOS VEINTEMILLA
MUESTRA	: Cenizas de Cascara de Arroz
FECHA DE INGRESO	: 12 DE OCTUBRE DEL 2018
MUESTRA RECIBIDA EN LABORATORIO	

DETERMINACION	UNIDADES	RESULTADOS
SiO ₂	%	87.23
Al ₂ O ₃	%	0.63
Fe ₂ O ₃	%	0.56
CaO	%	1.28
MgO	%	0.36
NaO	%	0.24
K ₂ O	%	2.12
TiO ₂	%	0.02
PERDIDA DE CALCINACION	%	7.56

Método de Ensayo para sulfatos por digestión-espectrofotometro
Método de ensayo por Absorcion Atomica de hierro y aluminio

TRUJILLO, 22 DE OCTUBRE DEL 2018

AGUAS - SUELOS - ALIMENTOS - MINERALES - ACEITE - CARBON - CAL

FACULTAD DE INGENIERIA QUIMICA
949959632 / 942844957

Figura 40. Análisis Químico de la Ceniza de la Cáscara de Arroz.

Fuente: Laboratorio de Servicios a la comunidad e Investigación – LASACI – Facultad de Ingeniería Química – Universidad Nacional de Trujillo.



INFORME N°/201NOV18

Solicita : Br. Ramos Veintemilla, Carlos Enrique
Br. Solórzano Rodríguez, Gilberh Jampier
Institución : Universidad Privada César Vallejo - Trujillo
Proyecto : Cáscara y ceniza de arroz en la resistencia a compresión y absorción en ladrillos de concreto, Trujillo, La Libertad, 2018
Muestreo realizado por: El solicitante bajo su criterio estadístico
Fecha de recepción : 31/10/2018

MUESTRA

Espécimen : Ladrillo de concreto macizo
Dimensiones : 24 cm de largo x 13 cm de ancho x 9 cm de altura
Aplicación de norma : Ladrillos de concreto. Método de ensayo para la determinación de la Resistencia a Compresión Requisitos NTP – 399 -601. Métodos de muestreo y ensayos de unidades de albañilería de concreto - NTP – 399 -604 y NTP 399.613.
Nº de especímenes : 20 especímenes para absorción y 20 especímenes para compresión
Edad del espécimen : 28 días

PARÁMETROS DE EQUIPOS

Máquina a compresión ELE Serie T automático, error de +/- 0.5%, velocidad de carga 14.8 KN/seg.

Balanza electrónica Henkel, capacidad de carga 2000g, error de +/- 0.1g.

Estufa de secado con un rango de temperatura de 110 °C, error de +/- 5°C.

Jefe de Laboratorio: Ing. Iván E. Vásquez Alfaro


Iván E. Vásquez Alfaro
ING. MATERIALES
R. CIP 123509

Trujillo, 05 de Noviembre del 2018

Figura 41. Información básica del informe de los ensayos de laboratorio.

Fuente: Laboratorio de Concreto y Reciclado – Departamento de Ingeniería de Materiales – Universidad Nacional de Trujillo.



RESULTADOS:

1. Absorción

$$\%Abs. = \frac{B - A}{A}$$

Donde:

A= Peso seco (kg), sens. 0,1g; cap. 30 kg

B= Peso saturado (kg), sens. 0,1g; cap. 30 kg

N° de Espécimen	Descripción	Peso saturado (kg), sens. 0,1g; cap. 30 kg	Peso seco (kg), sens. 0,1g; cap. 30 kg	Absorción (%)
1	Patrón LA1	6.146	5.943	3.42
2	Patrón LA2	6.312	6.127	3.02
3	Patrón LA3	6.555	6.350	3.23
4	Patrón LA4	6.137	5.814	5.56
5	Patrón LA5	6.533	6.363	2.67
6	Patrón LB1	5.828	5.572	4.59
7	Patrón LB2	5.888	5.614	4.88
8	Patrón LB3	5.880	5.671	3.69
9	Patrón LB4	5.795	5.412	7.08
10	Patrón LB5	5.742	5.373	6.87
11	Patrón LC1	5.921	5.632	5.13
12	Patrón LC2	6.225	6.013	3.53
13	Patrón LC3	6.219	6.017	3.36
14	Patrón LC4	6.106	5.830	4.73
15	Patrón LC5	6.305	6.042	4.35
16	Patrón LD1	6.022	5.820	3.47
17	Patrón LD2	6.795	5.378	26.35
18	Patrón LD3	5.873	5.544	5.93
19	Patrón LD4	5.904	5.557	6.24
20	Patrón LD5	5.876	5.481	7.21

Jefe de Laboratorio: Ing. Iván E. Vásquez Alfaro

Iván E. Vásquez Alfaro
ING. MATERIALES
R. CIP 123509

Trujillo, 05 de Noviembre del 2018

Figura 42. Resultados del ensayo de Absorción.

Fuente: Laboratorio de Concreto y Reciclado – Departamento de Ingeniería de Materiales – Universidad Nacional de Trujillo.



2. Resistencia a compresión

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

Donde:

R= Resistencia a compresión (N/mm²)

F= Fuerza de compresión (KN)

A= Área de contacto (mm²)



N° de Espécimen	Descripción	Fecha de Rotura	Fuerza de compresión (KN)	Resistencia a compresión (N/mm ²)	Resistencia a compresión (kg-f/cm ²)
1	Patrón LA1	01/11/2018	547.00	17.53	178.63
2	Patrón LA2		538.30	17.25	175.78
3	Patrón LA3		454.60	15.21	154.99
4	Patrón LA4		456.50	17.84	181.79
5	Patrón LA5		467.00	14.97	152.54
6	Patrón LB1		538.40	17.26	175.88
7	Patrón LB2		329.50	10.56	107.61
8	Patrón LB3		426.70	13.67	139.30
9	Patrón LB4		373.30	11.96	121.87
10	Patrón LB5		343.50	11.01	112.19
11	Patrón LC1		502.60	16.11	164.16
12	Patrón LC2		425.00	13.62	138.79
13	Patrón LC3		401.20	12.86	131.04
14	Patrón LC4		472.60	15.15	154.38
15	Patrón LC5		317.50	10.18	103.73
16	Patrón LD1		489.00	15.67	159.68
17	Patrón LD2		224.50	7.120	73.33
18	Patrón LD3		280.40	10.99	111.97
19	Patrón LD4		403.90	12.95	131.96
20	Patrón LD5		326.10	10.45	106.49

Jefe de Laboratorio: Ing. Iván E. Vásquez Alfaro

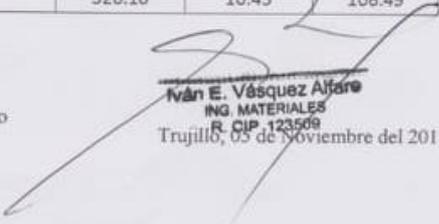

Iván E. Vásquez Alfaro
ING. MATERIALES
R. CIP. 123509
Trujillo, 05 de Noviembre del 2018

Figura 43. Resultados del ensayo de Resistencia a Compresión.

Fuente: Laboratorio de Concreto y Reciclado – Departamento de Ingeniería de Materiales – Universidad Nacional de Trujillo.



ANEXOS

1. Panel fotográfico



Figura: Bloques de concreto macizo capeados con yeso.



Figura: Unidades y pilas de albañilería después del ensayo a compresión

Jefe de Laboratorio: Ing. Iván E. Vásquez Alfaro

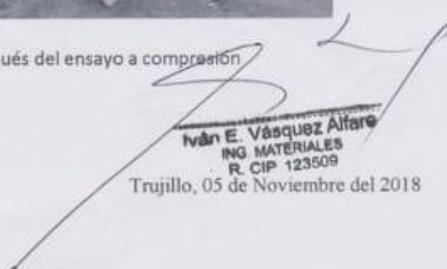

Iván E. Vásquez Alfaro
ING. MATERIALES
R. CIP 123509
Trujillo, 05 de Noviembre del 2018

Figura 44. Panel fotográfico de los ensayos de laboratorio.

Fuente: Laboratorio de Concreto y Reciclado – Departamento de Ingeniería de Materiales
– Universidad Nacional de Trujillo.

ANEXO 22

ESPECIFICACIONES DE LA CAL Y DEL ACELERANTE DE FRAGUADO



CAL DE OBRA

LINEA CONSTRUCCION

CAL DE OBRA



DESCRIPCION DEL PRODUCTO

Compuesto formado de trazas de carbonato de calcio, hidróxido de calcio o bien una mezcla de carbonato de calcio y partículas de rocas disgregadas.

ALMACENAMIENTO Y ESTABILIDAD DEL ENVASADO

12 meses en envase cerrado si se mantiene almacenado en ambiente protegido, fresco y seco

CARACTERISTICAS

Aspecto: Polvo granulado
Color: Variable de un blanco humo a grisáceo
Ca(OH)₂ (%): 3 - 15
% Retenido (M-40): 8 - 15

TIPO DE ENVASE	PRESENTACION
Saco de polietileno	Saco * 20 kg
Bolsa Laminada	Bolsa * 1kg

 **martell**

Figura 45. Especificaciones de la Cal de Obra - Martell - I.



CAL DE OBRA LINEA CONSTRUCCION

CAL DE OBRA

PREPARACION

Para mejorar suelos ácidos y suelos sódicos. En construcción y marcado de campos.

USOS RECOMENDADOS

En suelos sódicos que tienen en promedio 1.56 kg de Na^+ /50m², esparcir 20 Kg de cal de obra por cada 50 m² previamente el suelo esté rastrillado. Espolvorear de manera uniforme en zanjas y suelos salitrosos

Condiciones de aplicación

En caso de contacto con los ojos enjuagar con abundante agua limpia.

Dilución
1.5 kg/ m²

PRECAUCIONES DE SEGURIDAD

Se debe aplicar en ambientes frescos y evitar el contacto con los ojos. Para mayor información favor consultar hoja de seguridad.



Figura 46. Especificaciones de la Cal de Obra - Martell - II.

Hoja Técnica									
CHEMA 3									
Acelerante de fragua para mortero y concreto									
ADI.3.1.3 RMP -V.0									
 Chema Calidad que Construye									
DESCRIPCIÓN	<p>CHEMA 3 es un acelerante de fragua para mortero y concreto que puede ser empleado tanto en climas normales como bajo cero grados centígrados. No contiene cloruros, trabaja además como un inhibidor de corrosión del fierro de refuerzo. Su efecto como acelerante de fragua o anticongelante se hace más notorio a temperaturas más bajas. Este aditivo protege el concreto en su estado fresco de congelarse.</p> <p>Su efecto es sobre toda mezcla de mortero y concreto, tanto con cementos Portland tipo I y tipo V, puzolánicos. CHEMA 3 es un producto adecuado a la norma ASTM C-494 y es muy resistente a las sales y sulfatos.</p>								
VENTAJAS	<ul style="list-style-type: none"> - Permite lograr altas resistencias iniciales en el concreto, ahorrándose tiempo de espera para desencofrar estructuras o elementos prefabricados. - Permite abrir el tránsito en pisos o losas de concreto. - Al ser anticongelante evita que los morteros y concretos se malogren por las bajas temperaturas. - Reduce los costos de construcción al reducir los tiempos de espera. - Mayor trabajabilidad. 								
USOS	<ul style="list-style-type: none"> - Para vaciados en cualquier clima, donde se requiere obtener una fuerza a la compresión del concreto en menor tiempo. - Para desencofrar en menor tiempo estructuras de concreto armado. - En vaciados de concreto a baja temperatura o donde se espera una helada; fraguará el concreto en la mitad del tiempo a pesar de la baja temperatura funcionando a la vez como anticongelante. - Para reparaciones económicas y con rápida puesta en servicio. - Para vaciados en terrenos sulfurosos. - Para elementos de concreto prefabricados. - Para morteros y concretos con altas resistencias iniciales Para morteros de inyección. - Para morteros de anclaje con altas resistencias mecánicas. - Para vaciados en zonas con aguas subterráneas, superficiales. 								
DATOS TÉCNICOS	<table border="0"> <tr> <td>Color:</td> <td>Amarillo</td> </tr> <tr> <td>Apariencia:</td> <td>Líquido</td> </tr> <tr> <td>Ph:</td> <td>8.0 – 11.0</td> </tr> <tr> <td>Densidad:</td> <td>1.17 ± 0.01 gr/ml</td> </tr> </table>	Color:	Amarillo	Apariencia:	Líquido	Ph:	8.0 – 11.0	Densidad:	1.17 ± 0.01 gr/ml
Color:	Amarillo								
Apariencia:	Líquido								
Ph:	8.0 – 11.0								
Densidad:	1.17 ± 0.01 gr/ml								
PREPARACIÓN Y APLICACIÓN DEL PRODUCTO	<ol style="list-style-type: none"> 1. Mezclar el CHEMA 3 en el agua de amasado al momento en que prepare la mezcla. (Ver ítem de Rendimiento) 2. La relación a/c recomendada máxima deberá ser 0.45 o se debe reducir hasta en 10% la cantidad de agua. 								

Figura 47. Especificaciones del acelerante de fraguado Chema 3 - Chema - I.



Chema

Calidad que Construye

Hoja Técnica

CHEMA 3

Acelerante de fragua para mortero y concreto

ADL2.1.2
RMP-V.0

RENDIMIENTO	<p>Utilizar según su necesidad, una de las siguientes dosificaciones de acuerdo al clima y tiempos requeridos:</p> <ul style="list-style-type: none"> - REDUCIDA: 300 ml (1/2 Litro) x bolsa de cemento (en el agua de amasado). - NORMAL: 750 ml (3/4 Litro) x bolsa de cemento (en el agua de amasado). - SUPERIOR: 1,000 ml (1 litro) x bolsa de cemento (en el agua de amasado). <p>La dosis como porcentaje es 1.20 % a 4% del peso del cemento.</p>
--------------------	--

PRESENTACIÓN	<p>Envase de 1 gal. (Código: 09003004)</p> <p>Envase de 3 gal. (Código: 09003005)</p> <p>Envase de 33 gal. (Código: 09003055)</p>
---------------------	---

PRECAUCIONES Y RECOMENDACIONES	<p>No usarlo en concreto armado. Para este caso use CHEMA ESTRUCT o CHEMA 3.</p> <p>Curar bien los elementos sobre todo desde el primer día hasta el 7^{mo} día. Mejor si se usa curador de membrans CHEMA, el cual se aplica en cuanto haya desaparecido la exudación.</p> <p>En caso de emergencia, llame al CETOX (Centro Toxicológico).</p> <p>Producto tóxico, NO INGERIR, mantenga el producto fuera del alcance de los niños.</p> <p>No comer ni beber mientras manipula el producto.</p> <p>Lavarse las manos luego de manipular el producto.</p> <p>Utilizar guantes, gafas protectoras y ropa de trabajo.</p> <p>Almacene el producto bajo sombra y en ambientes ventilados.</p> <p>En caso de contacto con los ojos y la piel, lávelos con abundante agua.</p> <p>Si es ingerido, no provocar vómitos, procurar ayuda médica inmediata.</p>
---------------------------------------	--

Tú Distribuidor Perú.Com

Correo: ventas@tudistribuidorperu.com

Correo: ventas@tudistribuidoronline.com

Rpc:993009601 RPM #943071869

www.tudistribuidoronline.com

Lima- Peru

Figura 48. Especificaciones del acelerante de fraguado Chema 3 - Chema - II.

ANEXO 23

MATRIZ DE CONSISTENCIA

Cuadro 51. Matriz de Consistencia de la Investigación.

MATRIZ DE CONSISTENCIAS									
TITULO	FORMULACION DE PROBLEMA	OBJETIVO GENERAL	OBJETIVOS ESPECIFICOS	HIPOTESIS	DISEÑO DE INVESTIGACION	TIPO DE INVESTIGACION	POBLACIÓN DE ESTUDIO	MUESTRA	INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS
Cáscara y ceniza de arroz en la resistencia a compresión y absorción en ladrillos de concreto, Trujillo, La Libertad, 2018	¿Cuál es el efecto de la cáscara y ceniza de arroz en la resistencia a compresión y absorción en ladrillos de concreto, Trujillo, La Libertad, 2018?	Evaluar el efecto de la cáscara y ceniza de arroz en la resistencia a compresión y absorción en ladrillos de concreto.	Realizar los ensayos de los agregados para posteriormente determinar la dosificación que cumpla con la resistencia mínima según norma.	La adición de cáscara y ceniza de arroz aumenta la resistencia a compresión y absorción en ladrillos de concreto.	POST PRUEBA UNICAMENTE Y GRUPOS INTACTOS G1 — O1 G2 X1 O2 G3 X2 O3 G4 X3 O4	Según el enfoque: Cuantitativo Según el nivel de Investigación: Explicativo Según la finalidad: Básica Según temporalidad: Transversal	Cemento, agregado grueso (confitillo), agregado fino (Arena) y la cal hidratada. Además se incorporó Cáscara de Arroz y Ceniza de la Cáscara de Arroz que reemplazó a la piedra y la arena respectivamente. (Ladrillos de Concreto)	Para la muestra se trabajó con 5 ladrillos para 7 días de curado y 28 de secado con 0%, 5%, 10% y 15% de cáscara y ceniza de arroz darán así 60 ladrillos de concreto. La NTP 399 – 604, estipula 6 unidades (ladrillos o bloques) que se seleccionaron para los ensayos por cada 10 000 unidades o menos, pero	Fichas Técnica
			Determinar la resistencia a la compresión y la absorción de los ladrillos de concreto con el 0%, 5%, 10% y 15% de cáscara y ceniza de arroz.						
			Determinar la variabilidad dimensional, alabeo,						

		<p>eflorescencia y peso de los ladrillos de concreto con el 0%, 5%, 10% y 15% de cáscara y ceniza de arroz.</p> <p>Realizar un análisis de precios de los ladrillos de concreto con 0%, 5%, 10% y 15% de cáscara y ceniza de arroz.</p>				<p>hemos usado 5 ladrillos para realizar los ensayos, ya que nuestra población puede variar.</p>	
--	--	---	--	--	--	--	--

ANEXO 24

PANEL FOTOGRÁFICO

A) Análisis Granulométrico del agregado.



Figura 49. Sacamos del horno el material puesto el día anterior.



Figura 50. Colocamos el material sacado del horno a enfriar.



Figura 51. Colocación de los tamices.



Figura 52. Colocación del material y empezar a zarandear.



Figura 53. Se hace el pesaje del material retenido por tamiz.

B) Peso Unitario del agregado.

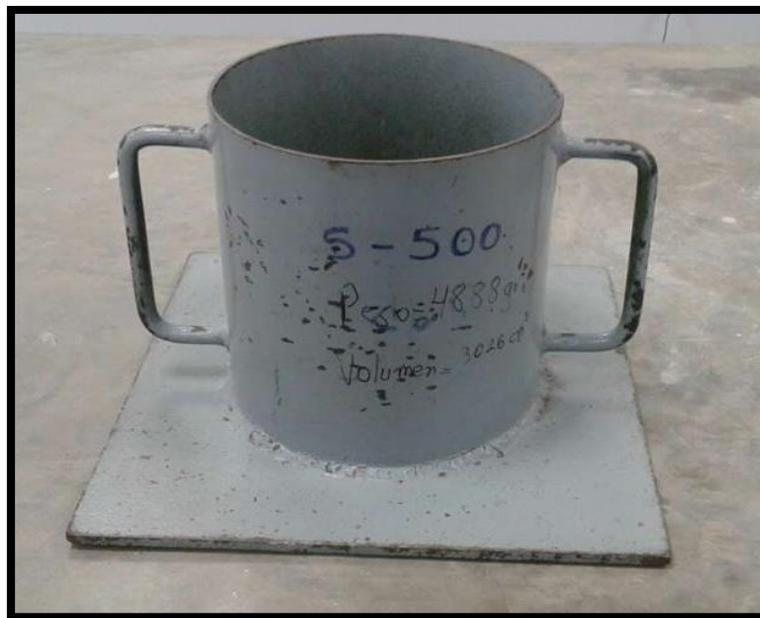


Figura 54. Recipiente para hacer el ensayo de peso unitario de la arena.



Figura 55. Llenado del recipiente con el agregado (Peso Unitario Suelto).

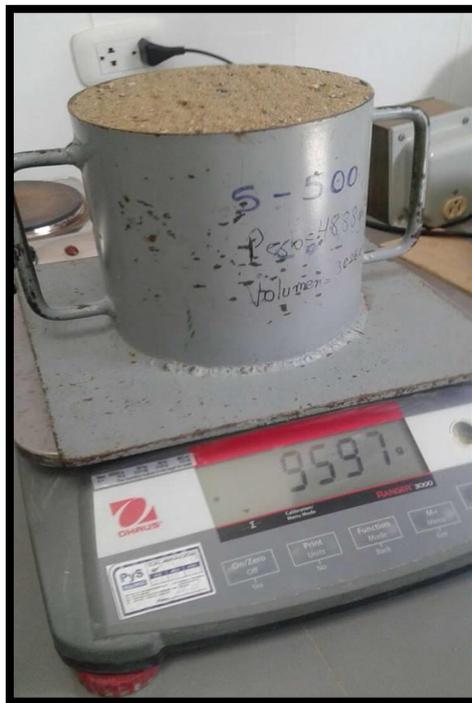


Figura 56. Pesado del agregado suelto.



Figura 57. Llenado de la arena en capas.



Figura 58. Apisonado de la arena (Peso Unitario Compactado).

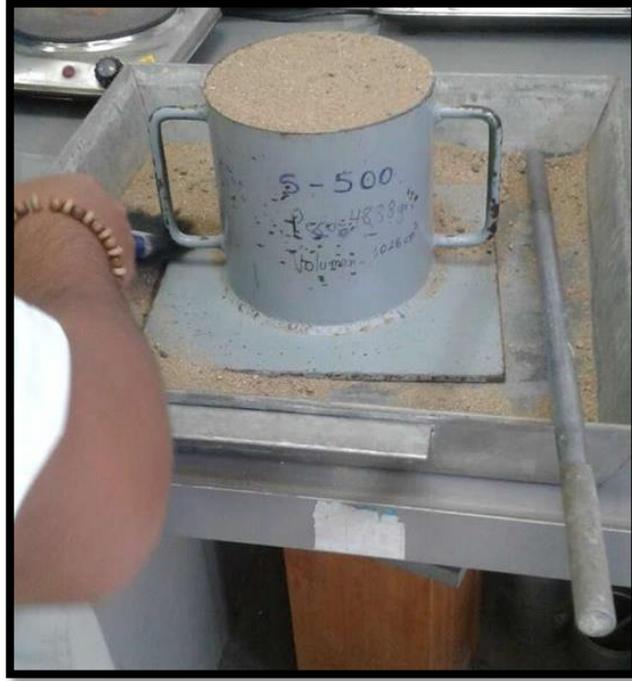


Figura 59. Limpieza del molde antes de pesar el material.

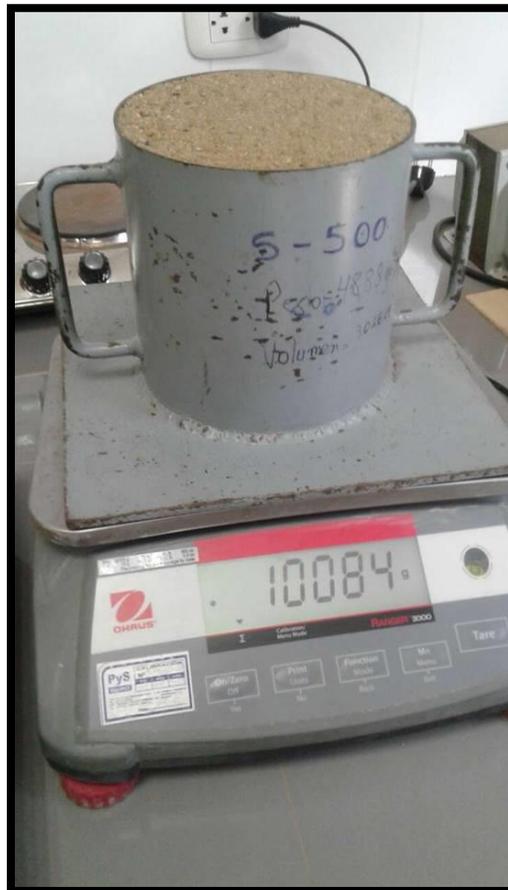


Figura 60. Pesado del agregado compactado.

C) Peso Unitario de la CA y CCA.

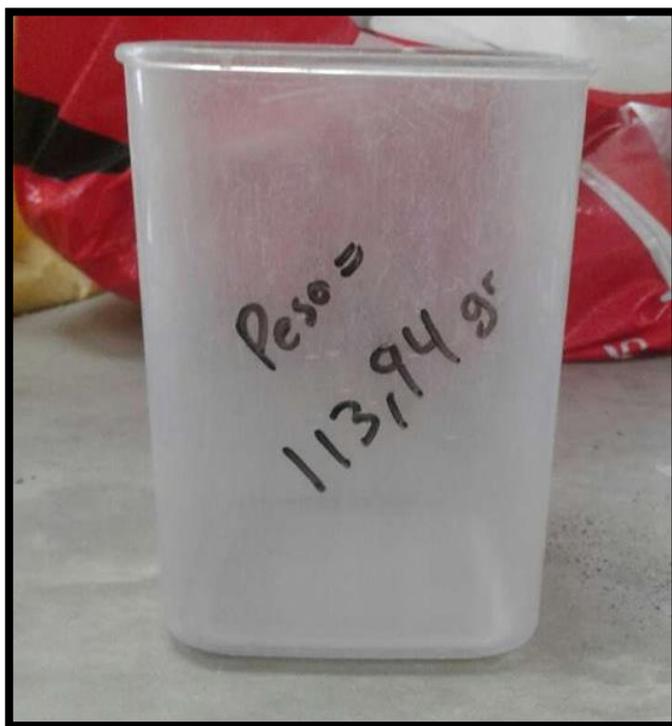


Figura 61. Recipiente para hacer el ensayo de peso unitario de CA y CCA.



Figura 62. Llenado del recipiente con la CA (Peso Unitario Suelto).

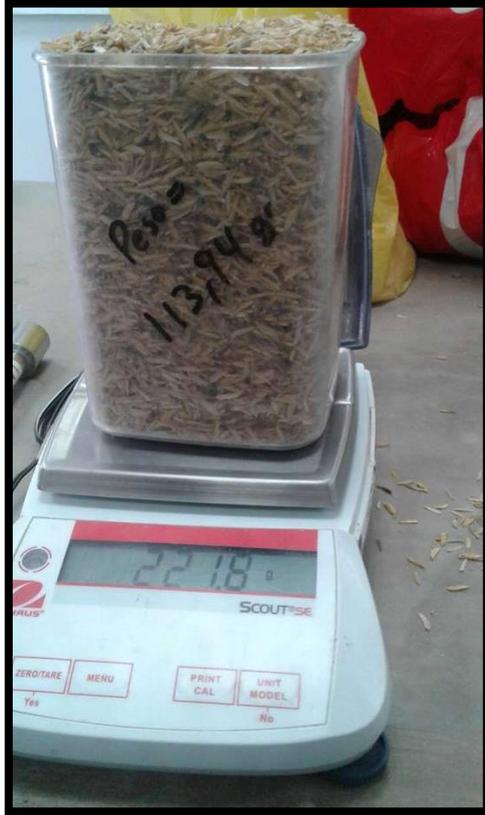


Figura 63. Pesado de la CA suelto.



Figura 64. Llenado de la CA en capas.



Figura 65. Apisonado de la CA (Peso Unitario Compactado).

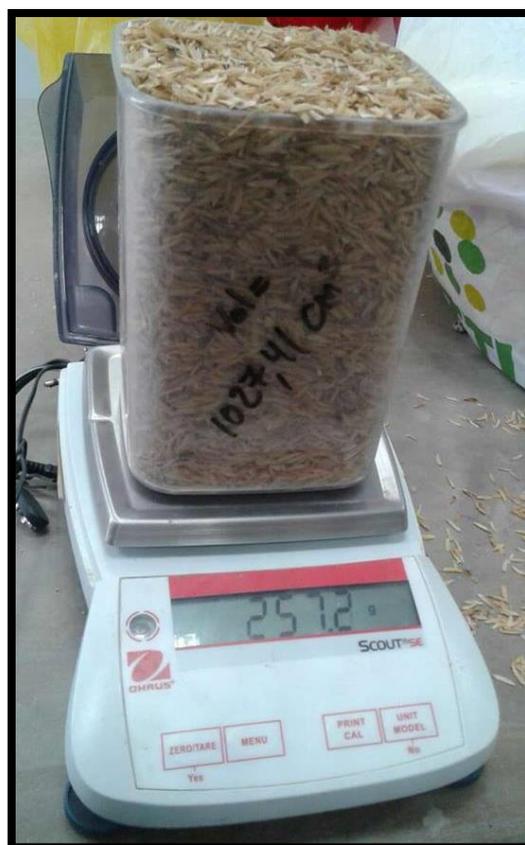


Figura 66. Pesado de la CA compactado.



Figura 67. Llenado del recipiente con la CCA (Peso Unitario Suelto).

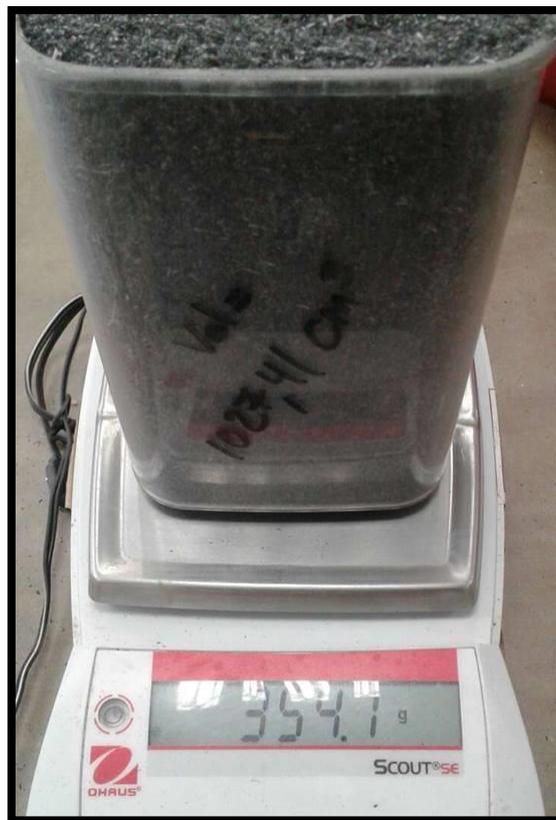


Figura 68. Pesado de la CCA suelto.



Figura 69. Llenado del recipiente con la CCA (Peso Unitario Compactado).



Figura 70. Apisonado de la CCA (Peso Unitario Compactado).



Figura 71. Pesado de la CCA compactado.

D) Peso Específico y absorción del agregado.



Figura 72. Pesado del material sacado del horno.



Figura 73. Material remojado 24 horas en agua (3cm).



Figura 74. Secado del material saturado (Secado superficial).

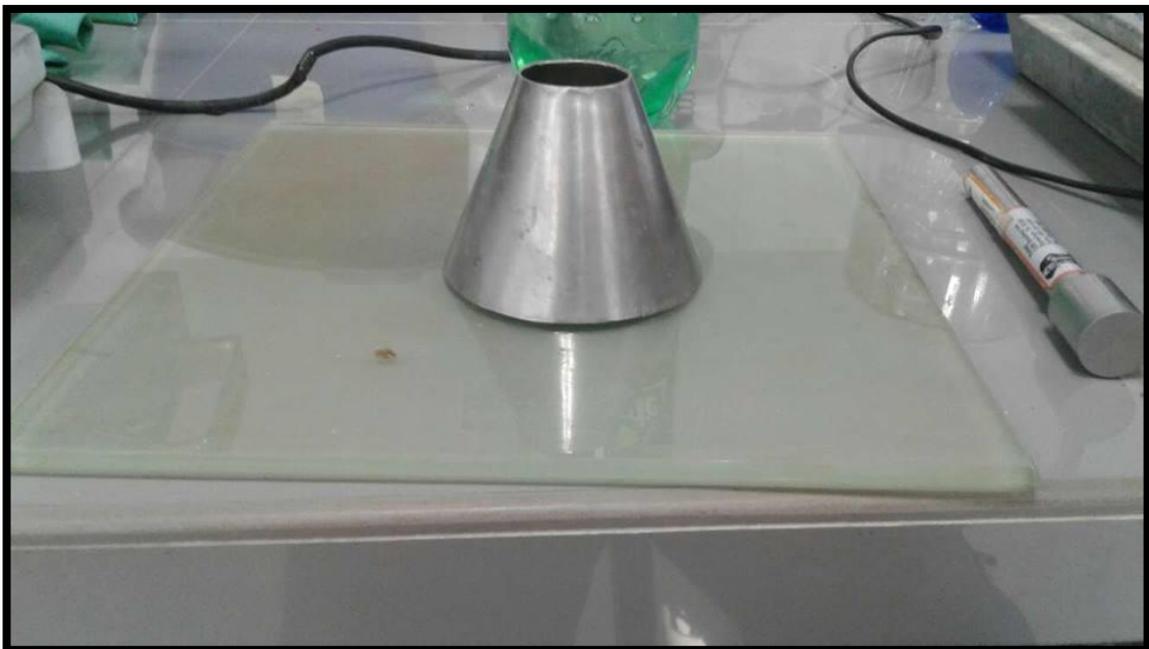


Figura 75. Cono Abraham metálico y pisón usado para absorción y peso específico de agregados.

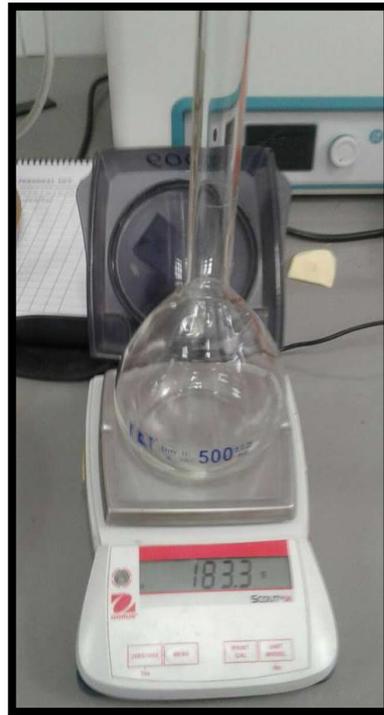


Figura 76. Pesado de las fiolas vacías.

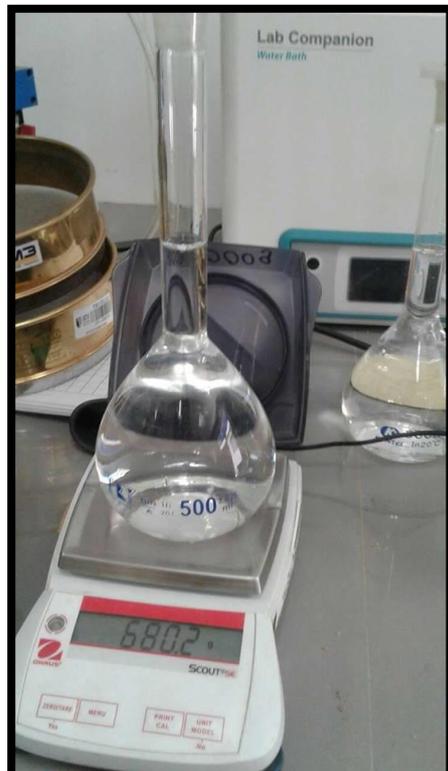


Figura 77. Pesado de las fiolas + agua.



Figura 78. Se pesa 500 gr de material para introducir en las fiolas + agua.



Figura 79. Se introduce el material dentro de la fiola + agua.

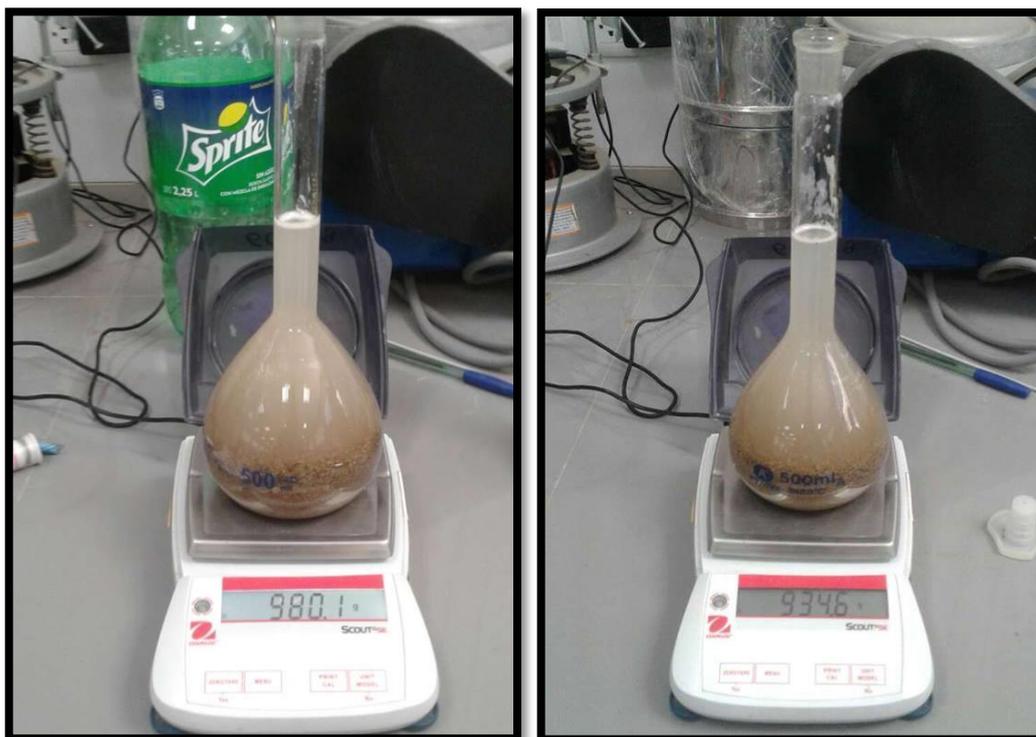


Figura 80. Pesado de las fiolas + agua + agregado.



Figura 81. Se coloca las fiolas dentro del baño maría hasta eliminar vacíos.



Figura 82. El baño no debe llegar a su temperatura mínima y se debe sacar las fiolas.



Figura 83. Enfriado de las fiolas hasta su temperatura inicial.



Figura 84. El agua destilada se usó para terminar de llenar las fiolas.

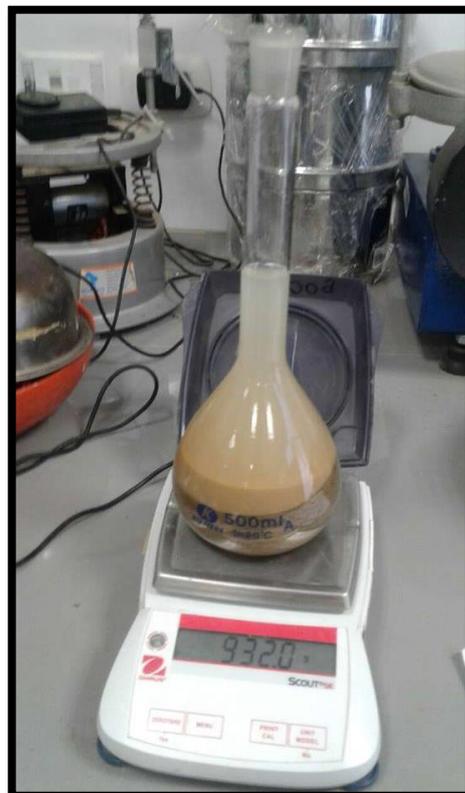


Figura 85. Pesado de las fiolas + agua + agregado después de hervir y luego se pone al horno.



Figura 86. Pesado del material sacado del horno.

E) Absorción de CA.



Figura 87. Cáscara de Arroz remojado 24 horas en agua (3cm).



Figura 88. Secado de la CA saturado (Secado superficial).



Figura 89. Pesado de la CCA (Secado superficial) y se coloca en el horno.



Figura 90. Pesado de la CCA sacado del horno.



Figura 91. Foto para el recuerdo en el laboratorio.

F) Materiales para la elaboración de los ladrillos.



Figura 92. Materiales utilizados en la elaboración de los ladrillos de concreto.



Figura 93. Latas utilizadas para proporcionar los agregados.



Figura 94. Molde de madera que utilizó para los ladrillos.



Figura 95. Cáscara de Arroz y Ceniza de Cáscara de Arroz.



Figura 96. Cemento Portland Extraforte Tipo ICo.



Figura 97. Malla utilizado para zarandear el agregado.



Figura 98. Wincha de mano de 50 metros.



Figura 99. Jarra graduada para la medición del acelerante.

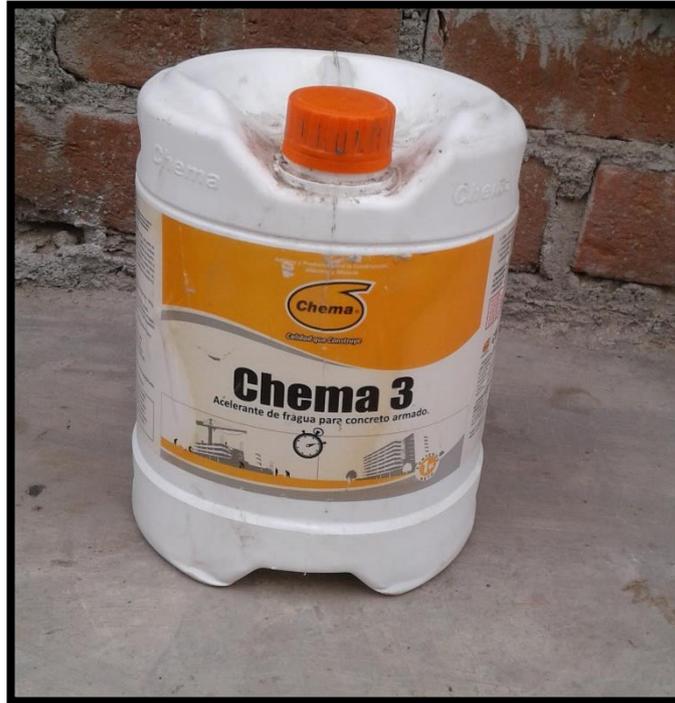


Figura 100. Acelerante de fragua CHEMA 3.



Figura 101. Cal de Obra.



Figura 102. Manta plástica utilizada para colocar los ladrillos.



Figura 103. Arena gruesa.



Figura 104. Confitillo.



Figura 105. Palana para preparar la mezcla.

G) Elaboración de los ladrillos:



Figura 106. Habilitación de las latas que servirán para proporcionar los agregados.



Figura 107. Mezclado en seco de los agregados, la cal y el cemento, antes de echar el agua.



Figura 108. Mezclado de los materiales con el agua y acelerante.



Figura 109. Mezcla de concreto lista para utilizar en la elaboración del ladrillo.



Figura 110. Colocación de la mezcla en el molde por capas para que quede más compacto.



Figura 111. Apisonado final y acabado del ladrillo.



Figura 112. Ladrillos elaborados con 0% de Cáscara de Arroz y Ceniza de la Cáscara de Arroz.



Figura 113. Ladrillos elaborados con 5% de CA y CCA y curado de los ladrillos de 0% de CA y CCA.



Figura 114. Ladrillos elaborados con 10% de CA y CCA y curado de los ladrillos de 0% y 5% de CA y CCA.



Figura 115. Ladrillos elaborados con 15% de CA y CCA y curado de los ladrillos de 0%, 5% y 10% de CA y CCA.



Figura 116. Curado de los ladrillos de 0%, 5%, 10% y 15% de CA y CCA.



Figura 117. Secado de los ladrillos de 0%, 5%, 10% y 15% de CA y CCA.

H) Codificación de los ladrillos:



Figura 118. Codificación de los ladrillos de 0% de CA y CCA.



Figura 119. Codificación de los ladrillos de 5% de CA y CCA.



Figura 120. Codificación de los ladrillos de 10% y 15% de CA y CCA.

I) Ensayos UNT:



Figura 121. Prensa donde se ensayarán los ladrillos a compresión.



Figura 122. Fotografía con la prensa en donde se ensayarán los ladrillos.

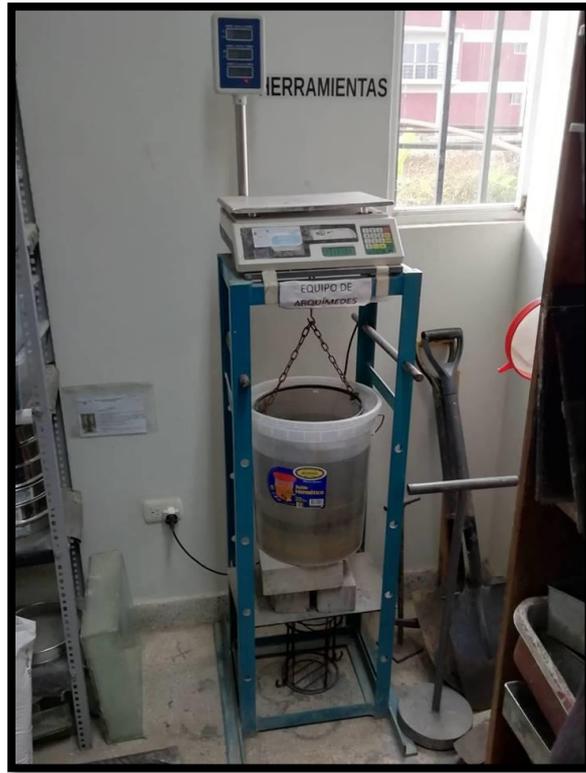


Figura 123. Equipo de Arquímedes donde se realizará en el ensayo de absorción.



Figura 124. Fotografía con el equipo de Arquímedes.



Figura 125. Estufa de secado donde se colocarán los ladrillos antes de realizar el ensayo de absorción.

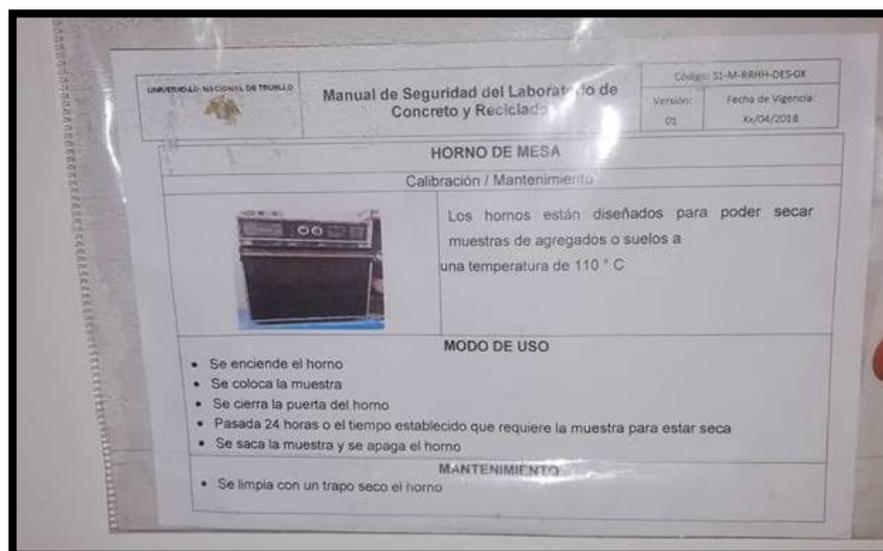


Figura 126. Calibración y Mantenimiento de la estufa de secado.

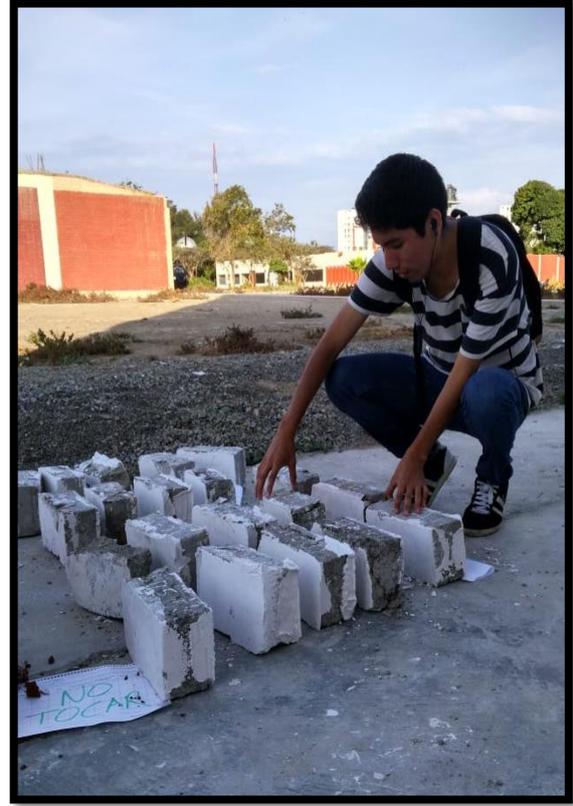


Figura 127. Observando los ladrillos después de haber sido ensayados a Compresión.



Figura 128. Ladrillos después del ensayo de Absorción.



Figura 129. Ladrillos de 0% de CA y CCA después de haber sido ensayado a Compresión.



Figura 130. Ladrillos de 5% de CA y CCA después de haber sido ensayado a Compresión.



Figura 131. Ladrillos de 10% de CA y CCA después de haber sido ensayado a Compresión.



Figura 132. Ladrillos de 15% de CA y CCA después de haber sido ensayado a Compresión.



Figura 133. Los ladrillos después de haber sido ensayado a Compresión.

J) Ensayos complementarios:



Figura 134. Ensayo de Peso de los ladrillos de 0% de CA y CCA.



Figura 135. Ensayo de Peso de los ladrillos de 5% de CA y CCA.



Figura 136. Ensayo de Peso de los ladrillos de 10% de CA y CCA.



Figura 137. Ensayo de Peso de los ladrillos de 15% de CA y CCA.



Figura 138. Ensayo de Eflorescencia de los ladrillos de concreto.



Figura 139. Ensayo de Eflorescencia de los ladrillos de 0% de CA y CCA.

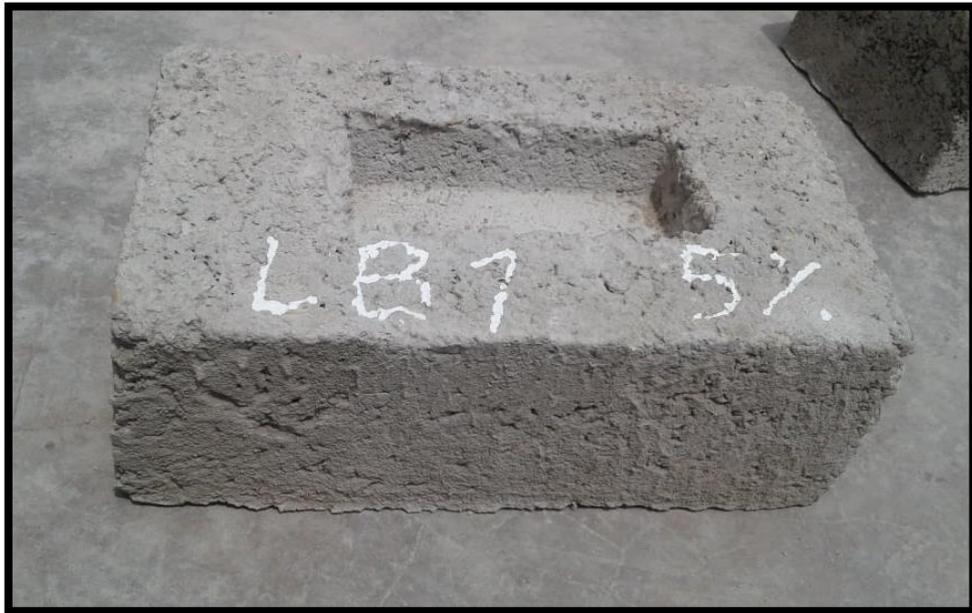


Figura 140. Ensayo de Eflorescencia de los ladrillos de 5% de CA y CCA.



Figura 141. Ensayo de Eflorescencia de los ladrillos de 10% de CA y CCA.



Figura 142. Ensayo de Eflorescencia de los ladrillos de 15% de CA y CCA.