

FACULTAD DE INGENIERÍA



Carrera de Ingeniería Civil

“RESISTENCIA A COMPRESIÓN AXIAL DE LADRILLOS DE ARCILLA INCORPORANDO CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR, CAJAMARCA 2019”

Tesis para optar el título profesional de:

INGENIERA CIVIL

Autora:

Carmen Rosmery Daga Izquierdo

Asesor:

Dr. Ing. Miguel Ángel Mosqueira Moreno

Cajamarca - Perú

2022

Tabla de Contenido

DEDICATORIA	2
AGRADECIMIENTO.....	3
ÍNDICE DE TABLAS	5
ÍNDICE DE GRÁFICA.....	7
ÍNDICE DE FIGURAS	8
RESUMEN	9
SUMMARY.....	10
CAPÍTULO I INTRODUCCIÓN	11
CAPÍTULO II METODOLOGÍA:	26
CAPÍTULO III RESULTADOS.....	36
CAPÍTULO IV DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES.....	41
REFERENCIAS	45
ANEXOS	46

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Clases de unidad de albañilería para fines estructurales	17
Tabla 2 Composición química de la ceniza de bagazo de caña de azúcar peruana	18
Tabla 3 Prototipo de Investigación a desarrollar	27
Tabla 4 Resultados de los Ensayos de Suelos de la Cantera Shultin	36
Tabla 5 Tabla Resumen del Ensayo de Resistencia a Compresión Axial de las unidades de Albañilería	37
Tabla 6 Resumen promedio del ensayo absorción	38
Tabla 7 Resumen del Ensayo Variación Dimensional	39
Tabla 8 Cuadro resumen del Ensayo de alabeo de Albañalaría	40
Tabla 9 Resumen General para los ensayos del presente trabajo de Investigación	40
Tabla 10 Contenido de Humedad	46
Tabla 11 Determinación del Límite Líquido	46
Tabla 12 Determinación del Límite plástico	47
Tabla 13 Índice de plasticidad	48
Tabla 14 Análisis granulométrico (peso de la muestra 1000 gramos)	49
Tabla 15 Peso Específico (peso de la muestra 500 gramos)	50
Tabla 16 Dosificación de agua y arcilla para cada unidad de Albañilería	50
Tabla 17 Ensayo de Absorción sin la incorporación de CBCA-Muestra Patrón	51
Tabla 18 Ensayo de absorción incorporando CBCA al 3 %	52
Tabla 19 Ensayo Absorción Incorporando CBCA al 5 %	54
Tabla 20 Ensayo absorción incorporando CBCA al 7 %	55
Tabla 21 Ensayo variación Dimensional sin la incorporación de CBCA	57
Tabla 22 Ensayo Variación Dimensional incorporando CBCA al 3 %	58
Tabla 23 Ensayo Variación Dimensional Incorporando CBCA al 5 %	59
Tabla 24 Ensayo Variación Dimensional incorporando CBCA al 7 %	60
Tabla 25 Ensayo Alabeo sin la Incorporación de CBCA- Muestra Patrón	61
Tabla 26 Ensayo Alabeo incorporando CBCA al 3 %	61
Tabla 27 Ensayo de Alabeo incorporando CBCA al 5 %	62
Tabla 28 Ensayo de Alabeo Incorporando CBCA al 7 %	62
Tabla 29 Resistencia a la Compresión Axial de unidad de albañilería sin la incorporación de CBCA -Muestra Patrón-M1	63
Tabla 30 Resistencia a la Compresión Axial de unidad de albañilería sin la incorporación de CBCA -Muestra Patrón-M2	64
Tabla 31 Resistencia a la Compresión Axial de unidad de albañilería sin la incorporación de CBCA -Muestra Patrón-M3	65
Tabla 32 Resistencia a la Compresión Axial de unidad de albañilería sin la incorporación de CBCA -Muestra Patrón-M4	67
Tabla 33 Resistencia a la Compresión Axial de unidad de albañilería sin la incorporación de CBCA -Muestra Patrón-M5	68
Tabla 34 Resistencia a la Compresión Axial de unidad de albañilería sin la incorporación de CBCA -Muestra Patrón-M6	70
Tabla 35 Resistencia a la Compresión Axial de unidad de albañilería incorporando CBCA al 3%- M 3.1	71
Tabla 36 Resistencia a la Compresión Axial de unidad de albañilería incorporando CBCA al 3%- M 3.2	73
Tabla 37 Resistencia a la Compresión Axial de unidad de albañilería incorporando CBCA al 3%- M 3.3	74
Tabla 38 Resistencia a la Compresión Axial de unidad de albañilería incorporando CBCA al 3%- M 3.4	75
Tabla 39 Resistencia a la Compresión Axial de unidad de albañilería incorporando CBCA al 3%- M 3.5	76
Tabla 40 Resistencia a la Compresión Axial de unidad de albañilería incorporando CBCA al 3%- M 3.6	77
Tabla 41 Resistencia a la Compresión Axial de unidad de albañilería incorporando CBCA al 5 % - M 5.1	78
Tabla 42 Resistencia a la Compresión Axial de unidad de albañilería incorporando CBCA al 5 % - M 5.2	79
Tabla 43 Resistencia a la Compresión Axial de unidad de albañilería incorporando CBCA al 5 % - M 5.3	80
Tabla 44 Resistencia a la Compresión Axial de unidad de albañilería incorporando CBCA al 5 % - M 5.4	81
Tabla 45 Resistencia a la Compresión Axial de unidad de albañilería incorporando CBCA al 5 % - M 5.5	82
Tabla 46 Resistencia a la Compresión Axial de unidad de albañilería incorporando CBCA al 5 % - M 5.6	83
Tabla 47 Resistencia a la Compresión Axial de unidad de albañilería incorporando CBCA al 7 % - M 7.1	84
Tabla 48 Resistencia a la Compresión Axial de unidad de albañilería incorporando CBCA al 7 % - M 7.2	85
Tabla 49 Resistencia a la Compresión Axial de unidad de albañilería incorporando CBCA al 7 % - M 7.3	86

Tabla 50 Resistencia a la Compresión Axial de unidad de albañilería incorporando CBCA al 7 %- M 7.4.....	87
Tabla 51 Resistencia a la Compresión Axial de unidad de albañilería incorporando CBCA al 7 %- M 7.5.....	88
Tabla 52 Resistencia a la Compresión Axial de unidad de albañilería incorporando CBCA al 7 %- M 7.6.....	89

ÍNDICE DE GRÁFICA

Gráfica 1: Determinación gráfica del Límite Líquido.....	47
Gráfica 2: Curva granulométrica.....	49
Gráfica 3: Resumen – Promedio de Absorción en % en las unidades de Albañilería	56
Gráfica 4: Resumen - Promedio de Absorción en (Kg/m ³) en las unidades de Albañilería.....	56
Gráfica 5: Esfuerzo vs Deformación Compresión Axial sin la incorporación de CBCA – Muestra Patrón-M1.	64
Gráfica 6: Esfuerzo vs Deformación Compresión Axial sin la incorporación de CBCA – Muestra Patrón-M2.	65
Gráfica 7: Esfuerzo vs Deformación Compresión Axial sin la incorporación de CBCA – Muestra Patrón-M3.	67
Gráfica 8 Esfuerzo vs Deformación Compresión Axial sin la incorporación de CBCA – Muestra Patrón-M4.	68
Gráfica 9: Esfuerzo vs Deformación Compresión Axial sin la incorporación de CBCA – Muestra Patrón-M5.	69
Gráfica 10: Esfuerzo vs Deformación Compresión Axial sin la incorporación de CBCA – Muestra Patrón-M6.	71
Gráfica 11: Esfuerzo vs Deformación Compresión Axial incorporando CBCA al 3 % -M3.1.....	72
Gráfica 12: Esfuerzo vs Deformación Compresión Axial incorporando CBCA al 3 % -M3.2.....	74
Gráfica 13: <i>Esfuerzo vs Deformación Compresión Axial incorporando CBCA al 3 % -M3.3.....</i>	75
Gráfica 14: Esfuerzo vs Deformación Compresión Axial incorporando CBCA al 3 % -M3.4.....	76
Gráfica 15: Esfuerzo vs Deformación Compresión Axial incorporando CBCA al 3 % -M3.5.....	77
Gráfica 16: Esfuerzo vs Deformación Compresión Axial incorporando CBCA al 3 % -M3.6.....	78
Gráfica 17: Esfuerzo vs Deformación Compresión Axial incorporando CBCA al 5 % -M5.1.....	79
Gráfica 18: Esfuerzo vs Deformación Compresión Axial incorporando CBCA al 5 % -M5.2.....	80
Gráfica 19: Esfuerzo vs Deformación Compresión Axial incorporando CBCA al 5 % -M5.3.....	81
Gráfica 20: Esfuerzo vs Deformación Compresión Axial incorporando CBCA al 5 % -M5.4.....	82
Gráfica 21: Esfuerzo vs Deformación Compresión Axial incorporando CBCA al 5 % -M5.5.....	83
Gráfica 22: Esfuerzo vs Deformación Compresión Axial incorporando CBCA al 5 % -M5.6.....	84
Gráfica 23: Esfuerzo vs Deformación Compresión Axial incorporando CBCA al 7 % -M 7.1.....	85
Gráfica 24: Esfuerzo vs Deformación Compresión Axial incorporando CBCA al 7 % -M 7.2.....	86
Gráfica 25: Esfuerzo vs Deformación Compresión Axial incorporando CBCA al 7 % -M 7.3.....	87
Gráfica 26: Esfuerzo vs Deformación Compresión Axial incorporando CBCA al 7 % -M 7.4.....	88
Gráfica 27: Esfuerzo vs Deformación Compresión Axial incorporando CBCA al 7 % -M 7.5.....	89
Gráfica 28: Esfuerzo vs Deformación Compresión Axial incorporando CBCA al 7 % -M 7.6.....	90

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 : La Catedral de Santa Cecilia de Albi contruida a base de ladrillo.....	11
Figura 2 : Escalera de ladrillos de arcilla en forma de pirámide de las ruinas de Huaca Pucllana en Lima (Perú).	12
Figura 3: Ubicación del ladrillo en el horno	13
Figura 4 : Albañilería.....	14
Figura 5 Unidad de Albañalaría utilizado para nuestros Ensayos.....	15
Figura 6 : Ceniza de Bagazo de Caña de Azúcar	18
Figura 7 : Ensayo a Comprensión.....	19
Figura 8 : Ensayo de Absorción.....	20
Figura 9 : Ensayo alabeo en una unidad albañilería.....	21
Figura 10 : Partes del Protocolo para el Ensayo Contenido de Humedad.....	28
Figura 11 : Ubicación mediante Imagen satelital de la cantera Shultin	29
Figura 12 : Ceniza de Caña de Azúcar al 3 %.....	30
Figura 13: Extracción del Crudo para la Elaboración de Ladrillo.....	31
Figura 14 : Moldeado del Ladrillo	33
Figura 15 : Ubicación de la Unidad de Albañilería para el secado	34
Figura 16 Índice de plasticidad	91
Figura 17 : Ensayo de Limite Liquido en el Laboratorio de Concreto de UPN.....	92
Figura 18: Ensayo de Límite Líquido en Laboratorio de Concreto de UPN.....	92
Figura 19: Ensayo de Límite Plástico en Laboratorio de Concreto de UPN.....	93
Figura 20: Elaboración de ensayos en Laboratorio de Concreto de UPN.....	93
Figura 21 : Elaboración de ensayo de Peso Específico en Laboratorio de Concreto de UPN	94
Figura 22 : Elaboración de ensayo de Peso Específico en Laboratorio de Concreto de UPN	94
Figura 23. Elaboración de ensayo de Peso Específico en Laboratorio de Concreto de UPN	95
Figura 24. Obtención de ceniza de caña de azúcar	95
Figura 25: Peso de Ceniza de Bagazo de Caña de Azúcar.....	96
Figura 26 : Incorporación de Ceniza de Bagazo de Caña de Azúcar a arcilla	96
Figura 27. Moldeado de Ladrillos.....	97
Figura 28: Secado de Ladrillos	97
Figura 29: Resistencia a la compresión en presencia de asesor y coordinador de laboratorio	98

RESUMEN

La investigación realizada tuvo por objetivo evaluar la resistencia a la compresión axial de unidades de albañilería incorporando ceniza de bagazo de caña de azúcar (CBCA). La muestra estuvo constituida por un total de 100 ladrillos, para lo cual se elaboraron 25 ladrillos para muestra patrón y 25 por cada porcentaje (3%, 5% y 7%). Se evaluaron las propiedades mecánicas y físicas de las muestras, mediante los ensayos de resistencia a la compresión, absorción y alabeo en el laboratorio de la Universidad Privada del Norte. Los resultados obtenidos fueron que las propiedades mecánicas en el ensayo de resistencia a la compresión, la unidad de albañilería sin incorporación de CBCA presenta mejor compresión axial (40.98 kg/cm), comparado con las unidades de albañilería con adición de CBCA al 3%, 5% y 7%, las que mostraron una resistencia de 31.80 kg/cm², 21.26 kg/cm² y 18.15 kg/cm², respectivamente. Asimismo, se obtuvo que en la propiedad física de absorción la unidad de albañilería con adición de CBCA al 7% presenta mayor absorción con respecto a las demás muestras; mientras que, en la propiedad física de alabeo, ninguna de las muestras excede a lo permitido por la Norma E-070. Se concluye que el uso CBCA en los diferentes porcentajes de 3 %, 5% y 7% en la elaboración de ladrillos de arcilla, no poseen mayor resistencia a las propiedades mecánicas y físicas, comparadas con el ladrillo de la muestra patrón.

Palabras clave: Ceniza de bagazo de caña de azúcar, compresión, alabeo, absorción.

SUMMARY

The objective of the research carried out was to evaluate the resistance to axial compression of masonry units incorporating sugar cane bagasse ash (CBCA). The sample consisted of a total of 100 bricks, for which 25 bricks were made for the standard sample and 25 for each percentage (3%, 5% and 7%). The mechanical and physical properties of the samples were evaluated by means of resistance tests to compression, absorption and warping in the laboratory of the Universidad Privada del Norte. The results obtained were that the mechanical properties in the compressive strength test, the masonry unit without the incorporation of CBCA presents better axial compression (40.98 kg/cm), compared to the masonry units with the addition of CBCA at 3%, 5% and 7%, which showed a resistance of 31.80 kg/cm², 21.26 kg/cm² and 18.15 kg/cm², respectively. Likewise, it was obtained that in the physical property of absorption, the masonry unit with the addition of CBCA at 7% presents greater absorption with respect to the other samples; while, in the physical property of warping, none of the samples exceeds what is allowed by Standard E-070. It is concluded that the use of CBCA in the different percentages of 3%, 5% and 7% in the elaboration of clay bricks, do not have greater resistance to mechanical and physical properties, compared to the brick of the standard sample.

NOTA DE ACCESO

No se puede acceder al texto completo pues contiene datos confidenciales

REFERENCIAS

- Alavez, R. (2008). *"El uso de ceniza de bagazo de azúcar y cal para mejorar la durabilidad y propiedades mecánicas de los bloques de suelo compactados"*. Oaxaca - Mexico: Intituto Tecnológico de Oaxaca, Mexico.
- Arquíñigo, W. (2011). *PROPUESTA PARA MEJORAR LA CALIDAD ESTRUCTURAL DE LOS LADRILLOS ARTESANALES DE ARCILLA COCIDA DE HUANUCO*. Lima.
- BOARINI, J. (2006). *"utilización del bagazo de caña de azúcar para la elaboración de briquetas de combustible sólido para usos domésticos en la ciudad de Guatemala"*. Guatemala: diseño industrial.
- Borja, M. (2016). *Metodología de Investigación Científica para ingeniería Civil*. Chiclayo.
- Bravo, R. S., & Espinoza, H. F. (2019). *ELABORACIÓN DE UN MAMPUESTO ECOLÓGICO COMO MATERIAL SOSTENIBLE DE CONSTRUCCIÓN UTILIZANDO BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR*. Quito, Ecuador.
- Chávez, B. C. (2017). *EMPLEO DE LA CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR (CBCA) COMO SUSTITUTO PORCENTUAL DEL AGREGADO FINO EN LA ELABORACIÓN DEL CONCRETO HIDRÁULICO*. Cajamarca.
- CHÁVEZ, C. H. (2017). *"EMPLEO DE LA CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR (CBCA) COMO SUSTITUTO PORCENTUAL DEL AGREGADO FINO EN LA ELABORACIÓN DEL CONCRETO HIDRÁULICO"*. CAJAMARCA.
- FLORES, A. (2018). *Proceso Productivo de Ladrillo*. Lima.
- Grantham, M. (2020). *Casos de Estudio en Materiales de Construcción*. Mexico.
- Hernández. (2011). *"Comportamiento Mecánico y Físico del motero a base de CBCA como árido en aplanados"*. Perú.
- Jara & Palacios. (2015). *Utilización de la ceniza de bagazo de caña de azúcar (CBCA) como sustituto porcentual del cemento en la elaboración de ladrillos de concreto*. Nuevo Chimbote.
- Ltd, E. (2020). (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>). *Creativecommons*.
- MVCS. (2007). *E-070*. Lima.
- MVCS. (2017). *E-070*. Lima.
- Ramírez, M. (2008). *Cultivos para la producción sostenible de biocombustibles: Una alternativa para la generación de empleos e ingresos*. Primera edición.
- Reyna. (2016). *Libro de Construcción de Adobe*.
- Ruiz, S. (2015). *Componentes de la Albanilería*. Capítulo II.