

INFLUENCIA DEL PORCENTAJE ÓPTIMO DE INCLUSIÓN DE BIOSÓLIDOS DE LA PTAR SAN JERÓNIMO CUSCO EN LAS PROPIEDADES FÍSICO – MECÁNICAS DE LADRILLOS KING KONG DE 18 HUECOS Y PILAS DE ALBAÑILERÍA SEGÚN LA NTP E.070



Ing. Huillcaya Mendoza, Piedad



Ing. Vidal Chávez, Noelia Yohana

RESUMEN

La investigación dio a conocer el uso alternativo del biosólido en la fabricación de ladrillos en diferentes porcentajes; teniendo como objetivo principal, determinar el porcentaje óptimo de inclusión de biosólido de la PTAR San Jerónimo Cusco para mejorar las propiedades físico – mecánicas de ladrillos y pilas de albañilería según la NTP E 0.70. La fabricación fue semi industrial. Los ensayos realizados fueron los de variación dimensional, alabeo, resistencia a compresión y porcentaje de absorción; en base a estos resultados se determinó el porcentaje óptimo de inclusión que fue de 10% de biosólido, con lo cual se fabricaron pilas de albañilería que se sometieron a ensayos de resistencia compresión axial. En conclusión, se vio que mejoró la propiedad mecánica de resistencia a compresión de los ladrillos con porcentaje óptimo de 10% comparado con el de 0%, en 18.04 kg/cm²; en consecuencia, los resultados de la resistencia a compresión de pilas fueron favorables.

INTRODUCCIÓN

La fabricación de ladrillos en la ciudad del Cusco, se limita a utilizar materias primas tradicionales como la arcilla, agua y en algunos casos arena, reflejando la falta de innovación en el uso de nuevas materias primas que mejoren las propiedades físico - mecánicas de los ladrillos. Por otro lado, la ciudad del Cusco cuenta con una Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR), el cual genera tres sub-productos: agua tratada, gases y biosólidos.

La investigación beneficia a la industria de la construcción en la fabricación de ladrillos con innovación en sus materias primas, las mismas que presentan mejores propiedades físico – mecánicas que las convencionales y a un precio, que podría ser, menor a lo habitual. Además, con la investigación se da un uso alternativo para el reaprovechamiento de los biosólidos que se genera continuamente.

MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación se inició con la producción de ladrillos con % de inclusión de biosólidos, según la fabricación de la ladrillera Latesan de San Jerónimo de la región de Cusco, el primer paso a realizar fue: Extracción de la materia prima (arcilla y arena) de la cantera Sucso - Auccaylle del distrito de San Jerónimo – Cusco, la cual posteriormente se transportó hacia la planta de fabricación. Así mismo se extrajo 3m³ de biosólido de la PTAR, previa solicitud y aprobación de la empresa, que fue transportado por un volquete hasta la ladrillera. Para el manejo del biosólido se brindó al personal el implemento de seguridad que consta de trajes descartables, botas, guantes y mascarillas. Todo esto con motivo de evitar cualquier molestia durante la manipulación del biosólido.

El siguiente paso fue la dosificación y mezcla de las materias primas; se realizaron 5 dosificaciones, variando el % de inclusión de biosólidos en función a la proporción del volumen de la materia prima, para lo cual se utilizó como referencia el volumen de la pala del minicargador de la ladrillera.

Tabla 1. Dosificaciones para los diferentes porcentajes de inclusión de biosólido

% de inclusión	Palas de arcilla – arena	Palas de biosólido
0%	5	0
5%	4 $\frac{3}{4}$	1/4
10%	4 $\frac{1}{2}$	1/2
15%	4 $\frac{1}{4}$	3/4
20%	4	1

Después de haber realizado la dosificación de la arcilla-arena y el biosólido en diferentes porcentajes de inclusión, se le agregó agua para el mezclado adecuado en proporción al criterio del fabricante. Esta mezcla se hizo pasar por la máquina extrusora, y mediante una faja pasó a una poza de macefacción, donde se dividió el material en diferentes capas, de acuerdo a las diferentes dosificaciones. Este permaneció por 12 horas. Después se transportó por una faja hasta la máquina de moldeado, que impulsó la pasta a salir por una boquilla, dando la forma del ladrillo King Kong de 18 huecos. Luego, se llevó a la zona de secado donde, los ladrillos, se dejaron expuestas al aire libre con el fin de que pierdan humedad y sea posible su manipulación. Este proceso duró 15 días, debido al alto contenido de humedad que presentaron; por otro lado, se tuvo un ambiente húmedo por las constantes lluvias, tardando más de lo acostumbrado. Durante este proceso se observó la presencia de moho, se dedujo que se debió a la presencia del contenido orgánico del biosólido.



Figura 1. Presencia de moho a los 14 días.

Finalmente, los ladrillos fueron sometidos en el horno, al proceso de cocción a altas temperaturas (900° aproximadamente), por un tiempo de 3 días. Pasado ese tiempo se dejó enfriando en el horno durante 2 días.

Para seleccionar la cantidad de unidades requeridas para la investigación, nos referimos a la NTP.070, que indica las características necesarias para aceptar los ladrillos y los ensayos que se deben realizar, los cuales fueron: la variación dimensional, en el cual se tomaron 4 medidas de largo, ancho y altura en los puntos medios de cada cara con ayuda de una regla metálica.

Para el alabeo se toman dos medidas en cada cara de asiento de la concavidad y/o convexidad con ayuda de cuñas de madera. Para la resistencia a compresión se sometieron a las unidades, con el capping respectivo, a la máquina de compresión axial y, finalmente, se realizó el ensayo de porcentaje de absorción, en el cual se pesan las unidades secas y saturadas por 24 horas. Para ampliar la investigación, se realizaron pilas de albañilería con los ladrillos, con % óptimo de inclusión de biosólido, que se obtuvieron a partir del procesamiento y, posteriormente, fueron sometidas al ensayo de compresión axial.

RESULTADOS

Tabla 2. Resultados obtenidos de los ensayos realizados

% de inclusión de biosólido	Variación dimensional			Alabeo	Resistencia a compresión (Área bruta)	Porcentaje de absorción
	Largo	Ancho	Altura			
0%	0%	1%	1%	1	97.81 kg/cm ²	14%
5%	1%	2%	1%	1	111.39 kg/cm ²	16%
10%	2%	3%	2%	1	115.85 kg/cm ²	18%
15%	2%	3%	2%	1	94.09 kg/cm ²	18%
20%	2%	3%	2%	1	87.94 kg/cm ²	18%

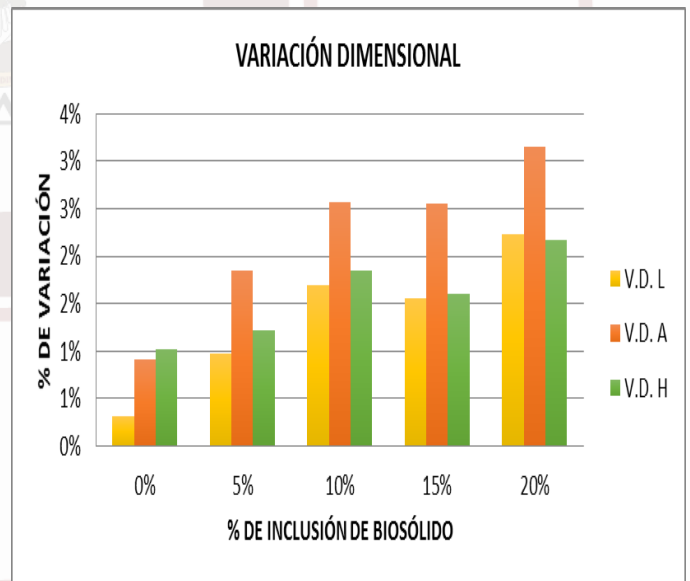


Figura 2. Diagrama de los resultados obtenidos del ensayo de variación dimensional.

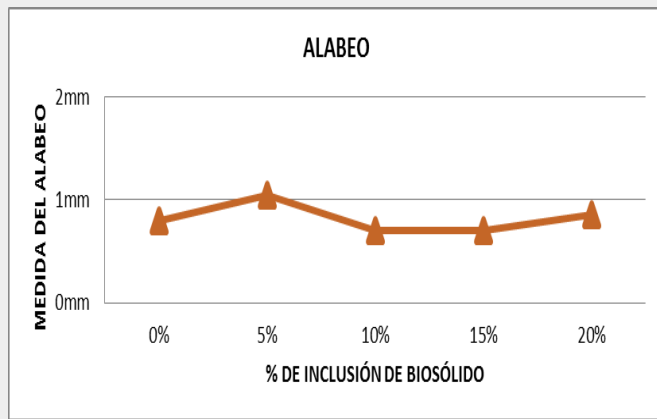


Figura 3. Diagrama de los resultados obtenidos del ensayo de alabeo.

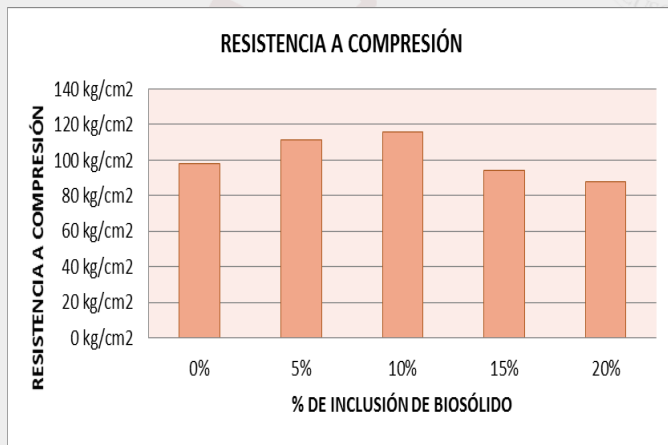


Figura 4. Diagrama de los resultados obtenidos del ensayo de resistencia a compresión.

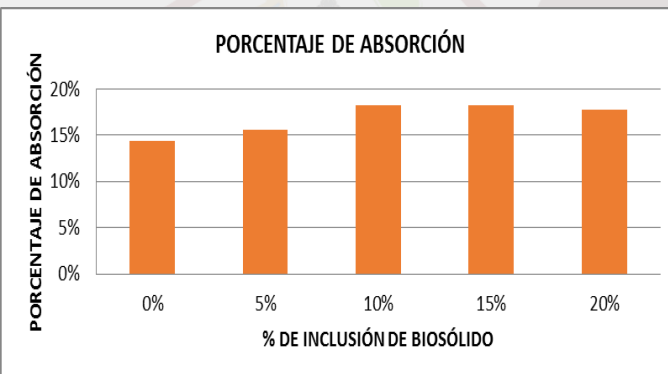


Figura 5. Diagrama de los resultados obtenidos del ensayo de resistencia a compresión.

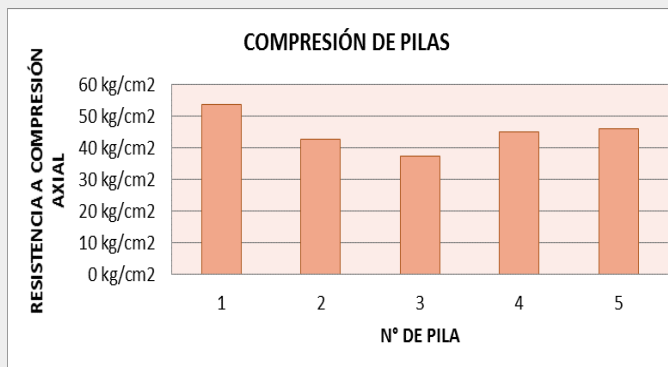


Figura 6. Diagrama de los resultados obtenidos del ensayo de resistencia a compresión.

DISCUSIÓN

Se pudo observar que a mayor porcentaje de inclusión de biosólido, la variación dimensional aumenta en largo, ancho y altura. El alabeo es el mismo para cualquier porcentaje de inclusión de biosólido. Con respecto a la resistencia a compresión de ladrillos se observó que, a medida que el porcentaje de inclusión de biosólido aumenta, la resistencia a la compresión se incrementa hasta el porcentaje óptimo de 10%; luego de sobrepasar dicho porcentaje de inclusión, la resistencia comienza a disminuir, por lo cual el tipo de relación que presentan estas dos variables es de tipo no lineal. Siendo los ladrillos con el 10% de inclusión de biosólido, los que presentan el mayor valor de resistencia a la compresión, definiéndose a este como el porcentaje óptimo de inclusión de biosólido. Comparado con el ladrillo de 0% de inclusión de biosólido, la resistencia aumenta en un 18.44%. El Porcentaje de absorción para todos los ladrillos, cumplen con los estándares estipulados en la NTP E.070 que indica que debe ser menor al 22%. La clasificación del ladrillo con el porcentaje óptimo de 10% de inclusión de biosólido, según la NTP E.070, es de tipo III, la cual es la misma que un ladrillo con 0% de inclusión de biosólido.

El f'_m de la resistencia característica a compresión axial que presentan las pilas de albañilería de ladrillos con el porcentaje óptimo de biosólido, sobrepasa y el estándar estipulado en la NTP E.070, que indica que la resistencia mínima de pilas de ladrillos de arcilla, de dominación King Kong artesanal, y mortero de relación (cemento- arena) 1:4, debe ser 35 kg/cm²; ya que se tiene un resultado de 38.87 kg/cm².

El aporte de la investigación es la innovación de una unidad de albañilería de arcilla, de mejor resistencia a compresión, incluido con biosólido procedente de la PTAR- San Jerónimo Cusco, que carece de un uso alternativo en el campo de la construcción.

También se realizó un análisis físico – químico del biosólido procedente de la PTAR San Jerónimo Cusco, con dichos resultados se realizó una comparación con los límites máximos permisibles que establece la Norma Oficial Mexicana Protección Ambiental-Lodos y Biosólido-Límites Máximos Permisibles de Contaminantes para su Aprovechamiento y Disposición Final, se clasificó como tipo excelente de acuerdo a la concentración de metales y de clase A según a los parámetros microbiológicos. Por lo cual, indica que su aprovechamiento puede ser para usos urbanos con contacto público directo para su aplicación en usos forestales, mejoramiento de suelos y usos agrícolas.

REFERENCIAS

NOM-004-SEMARNAT. (2002). *Norma oficial mexicana. Protección ambiental-lodos y biosólido-límites máximos permisibles de contaminantes para su aprovechamiento y disposición final*. México: publicada en el diario oficial el 15 de agosto del 2003.

Norma ITINTEC 331.017, ladrillo de arcilla usado en albañilería (norma técnica peruana- INDECOPI 2003). *Norma técnica E.070 albañilería*. Resolución Ministerial N° 011-2006-vivienda (reglamento nacional de edificaciones 2006).