

Influencia de la Adición de Polímeros Reciclados en la Absorción de Agua en los Ladrillos de Concreto para Construcción, 2014 - Trujillo - La Libertad

Influence of the Addition of Polymers Recycled in the Water Absorption in the Bricks of Concrete for Construction, 2014 - Trujillo - La Libertad

Luis Aníbal Cerna Rondón¹

RESUMEN

El presente estudio tuvo como objetivo determinar la Influencia de la adición de polímeros reciclados en la absorción de agua en los ladrillos de concreto para construcción.

Las muestras de las unidades de albañilería fueron elaboradas teniendo en cuenta la Norma E.070 del RNE, cuya resistencia mínima a la comprensión es de 130 kg/cm²; empleando para ello la dosificación de materiales convencionales (cemento, agregados y agua) reglamentado por las normas ITINTEC; así mismo se adiciono los polímeros (plástico reciclado y molido) en porcentajes de 5, 7.5, 10, 12.5 y 15 del peso del ladrillo macizo. Los ensayos de absorción se realizaron de acuerdo a lo indicado en las normas NTP 399.604 y 399.1613.

Los resultados del porcentaje de absorción, para los ladrillos que se adicionaron 5% de polímeros arrojaron una media de 2.74%, a los que se les adiciono 7.5% de polímeros su media es de 4.03%, para los que se les adicionó 10% de polímeros la media es 4.62%, así mismo a los que se les agregó 12.5% de polímeros resulto una media de 4.96% y por último a los que se adiciono 15% de polímeros la media fue de 5.58%.

Palabras Clave: Ladrillo, Polímeros, Porcentaje de absorción, Plástico Reciclado.

ABSTRACT

The present study aimed to determine the influence of the addition of recycled polymers in water absorption in concrete bricks for construction.

Samples of the masonry units were developed considering the Standard E.070 RNE, which minimum understanding resistance is 130 kg/cm²; using for this dosage of conventional materials (cement, aggregates and water) ITINTEC regulated by the rules; likewise polymers (recycled plastic and ground) in percentages of 5, 7.5, 10, 12.5 and 15 of the weight of solid brick was added. The uptake essays were conducted according to the standards indicated in 399,604 and 399.1613 NTP.

The results of the absorption rate for the bricks in which polymer was added 5% showed a mean of 2.74%, to which were added 7.5% of polymers their average is 4.03%, for which they will be added 10% of polymer average is 4.62%, also to which they are added 12.5% polymer resulted on average 4.96% and finally to which was added 15% of polymer, the average was 5.58%.

Key words: Brick, Polymers, Absorption rate, Recycled plastic

I. INTRODUCCIÓN

La construcción de viviendas en la ciudad de Trujillo es dinámica, acorde con el crecimiento económico de nuestra región; por ende la responsabilidad de construir de acuerdo a las normas que rigen las edificaciones, implica usar materiales e insumos capaces de tener comportamiento aceptable a la intemperie, resistentes a la acción de los rayos ultravioleta, ciclos alternados de humedad y específicamente a las lluvias; ante esto, en las edificaciones construidas con material noble y tradicional uno de los insumos más vulnerable a las lluvias es el ladrillo, el cual absorbe agua en un 30% respecto a su volumen, generando problemas estéticos y estructurales en las edificaciones.

Los ladrillos de arcilla cocida son algunos de los materiales de construcción más importantes de todos los tiempos. Así mismo para la elaboración del ladrillo tradicional, se emplea tierra fértil la cual debe contener materia orgánica, la inexistencia de esta imposibilitaría el quemado, degradando de esta manera el medio ambiente, depredación que requiere luego muchos años para recuperar sus nutrientes. Así mismo, hay una preocupación latente por la contaminación del agua, aire y suelo, ocasionado en su mayoría por desechos que no reciben un tratamiento adecuado, generando el deterioro ambiental, los más comunes son los residuos plásticos, representando un problema, porque no pueden ser degradados por el entorno.

En el contexto de esta realidad problemática se determina que el problema más significativo es buscar alternativas de la materia prima (tierra fértil) por materiales reciclados (plásticos usados) para la fabricación de ladrillos. Por lo que es pertinente efectuar estudios con el propósito de lograr un producto que adicionalmente preserve el medio ambiente y respondiera a los estándares de calidad. Sobre los materiales y técnicas utilizadas para la elaboración de ladrillos ecológicos, Gaggino, Berretta, Gatani y Arguello (2006) manifiestan que el ligante que se usa es el cemento Portland común y los residuos plásticos se seleccionan, se trituran con un molino especial y así se incorporan a mezclas cementicias. Para la fabricación de los elementos constructivos se utiliza un procedimiento similar al de un hormigón común, pero reemplazando áridos por los plásticos reciclados. Aditivos químicos se incorporan al agua de mezclado como acelerantes de fraguado, dependiendo de la temperatura ambiente. La mezcla de hormigón se vierte en una máquina de fabricar ladrillos o bloques, según el elemento constructivo deseado, y se realiza una compactación. Luego del desmolde los elementos constructivos se deben curar con agua en forma de lluvia fina, o bien sumergir en un piletón con agua.

Así mismo, Rosana Gaggino (2006), indica, que para la fabricación de los elementos constructivos se utilizó un procedimiento similar al de un hormigón común, pero reemplazando áridos por plásticos reciclados. La mezcla de hormigón es vertida en una máquina de fabricar ladrillos, o en una máquina bloquera, o en moldes de tipo manual, según el tipo de elemento constructivo de que se trate. En ellos se realiza una compactación mecánica o manual. Luego del desmolde los elementos constructivos deben ser curados con agua en forma de lluvia fina, o bien sumergirlos en un piletón con agua. A los 28 días de haber sido fabricados pueden ser utilizados en obra.

Parnisari (2006); al referirse sobre la tecnología a aplicarse en la elaboración de los ladrillos ecológicos, indica: Se trata de una tecnología novedosa y propia. Básicamente consiste en el vibrado, prensado y un adecuado curado y estacionamiento eficiente del material terminado. No requiere de combustión alguna, necesitando de material inorgánico, requiriendo solamente de energía eléctrica en su proceso de fabricación, colaborando en la preservación de la salud del planeta. La escasa absorción de humedad, incrementa los valores de durabilidad, lo que permite la utilización del ladrillo ecológico sin revoque ni pintura, superando ampliamente los parámetros requeridos –abaratando la construcción en materiales y en tiempo de trabajo-, disminuyendo el riesgo de formación de hongos o bacterias que encuentran en la humedad su caldo de cultivo. Sobre los costos del ladrillo ecológico, manifiesta: Su costo es aproximadamente el mismo que el de un ladrillo común o el de los denominados “vistos”, y por ello su precio es comparable. A su turno, la industrialización en términos normalizados, permite la evaluación de la instalación de plantas productoras cercanas a centros de consumo importantes. Todo ello garantiza, a precios similares, su venta, dadas las ventajas técnicas, estéticas y ecológicas. Para la construcción tiene un sinnúmero de ventajas de costos respecto del común, por cuanto: Ambas caras de la mampostería son iguales, con el consiguiente ahorro de costos de revoques. Se pueden utilizar ladrillos como cara vista. No requiere revoque grueso.

El Centro Experimental de la Vivienda Económica CEVE (2012), resalta, Los ladrillos con plástico PET reciclado son un componente para muros exteriores e interiores elaborados con una mezcla de partículas de plástico PET procedente de envases descartables de bebidas, ligadas con cemento Portland y aditivos, que se moldea con una máquina manual rodante. Es un ladrillo más ecológico que otros tradicionales existentes en el mercado porque su materia prima principal está constituida por residuos plásticos reciclados. Además, la producción del ladrillo macizo de tierra cocida, utilizado habitualmente en mamposterías, a partir de la extracción de la capa de

tierra superficial fértil (humus), y su posterior cocción en grandes hornos a cielo abierto, produce desertificación del suelo, contaminación atmosférica (por el humo generado), y tala de árboles para obtener la leña necesaria para el funcionamiento del horno. Desde el punto de vista técnico el ladrillo de PET se destaca también en lo que respecta a liviandad y aislamiento térmico.

Máas (2012) sobre los bloques elaborados con cemento y plástico, manifiesta que existe una gran variedad de elementos modulares realizados en diferentes materiales, tales como arcilla cocida, tierra (adobe), vidrio, concreto entre otros. Sin embargo, al igual que el cemento, la elaboración del bloque con cada uno de los materiales antes mencionados, provocan un problema ambiental, un ejemplo es el bloque elaborado con tierra ya que su extracción debilita la capa fértil ocasionando una erosión del suelo. Es por ello que como se mencionó anteriormente, el uso de materiales alternativos, tales como es el plástico reciclado, que agregado al cemento genera una serie de propiedades y características positivas que mejoran la calidad del bloque. Los bloques realizados con la mezcla cemento-plástico han demostrado ser prácticos, de fácil instalación, resistentes, ligeros y sobre todo económicos, ya que la materia prima utilizada (plástico) es considerada basura después de su uso.

El Diario Electrónico La Voz de Valparaíso (29 de marzo 2012), publica, Chile: Olmué opta por casas de botellas recicladas para las familias pobres. Los materiales que contempla el plan piloto son cemento, botellas plásticas y cartón. Aunque muchos no lo creen estas casas ya han sido probadas en otros países, resultando ser muy firmes, hermosas y con mucho más estilo que las típicas viviendas sociales: las famosas mediaguas. Cabe señalar, que la construcción de estas casas verdes consiste en utilizar las botellas, previamente llenadas con tierra, como ladrillos. Luego, “se cubre con malla bizcocho, revocándose tal como se haría con un muro de material normal, utilizándose material mortero 1:4 (mezcla de cemento, arena y agua). Finalmente esta unidad técnica, dejaría un espacio donde se observen las botellas.”

Ecomat Research (2012), Construcciones con ladrillos de plástico tipo lego. Se trata de una pieza de PVC de gran formato que se utiliza como piezas de Lego para construir muros de cerramiento, tabiques, etc. ECOMAT es un material de construcción inventado por Ecomat Research, que funciona como piezas de Lego y que está construido 100% con plástico reciclado de vertedero. Con estos ladrillos su pueden construir paredes rápida y fácilmente (no necesitan mortero ni conocimientos especiales) y además tienen excelentes propiedades anti-sísmicas

y resistencia superior al fuego, pesan poco, y son buenos aislantes del ruido y la temperatura. El diseño consiguió el Premio al Producto Innovador 2008 del Ministerio de Infraestructuras italiano.

La noción de absorción (del latín *absorptio*) es un término que se vincula a absorber. A la atracción desarrollada por un sólido sobre un líquido con la intención de que las moléculas de éste logren penetrar en su sustancia.

El régimen de succión o de absorción del ladrillo, tiene un efecto importante en la adhesión del ladrillo y el mortero, porque si el ladrillo absorbe el agua del mortero con demasiada rapidez, este se endurece demasiado pronto y se logra una adhesión deficiente. Todo ladrillo cuyo régimen de absorción sea mayor de 0.7 onza (19.85 g) por minuto, debe mojarse suficientemente para que el régimen de absorción no sobrepase dicha cantidad. Una excepción es el ladrillo que ha de usarse con mampostería colocada con pasta, para el cual el régimen de absorción al colocarse puede ser de 1.4 onzas (39.69 g) por minuto. (Hornbostel, 2000, p. 431).

El porcentaje de absorción en el agregado; se puede definir, como la cantidad de agua absorbida por el agregado sumergido en el agua durante 24 horas. Se expresa como un porcentaje del peso del material seco, que es capaz de absorber, de modo que se encuentre el material saturado superficialmente seco. La absorción del agregado grueso se determina por la NTP 400.021. La absorción del agregado fino se determina por la NTP 400.022. Estas normas establecen el método de ensayo para determinar el porcentaje de absorción (después de 24 horas en el agua).

Los plásticos están formados por grandes moléculas que pueden contener desde miles hasta millones de átomos. Algunos se les llaman como macromoléculas o polímeros (Lawrence, 1973, p. 145).

El término plástico es esencialmente una clasificación comercial, a la que no se le puede aplicar una definición científica estricta. Se emplea para definir un producto de origen sintético al que se le puede dar forma en estado fluido en una etapa de su fabricación, y que no es hule, madera, vidrio, resina natural, piel ni metal. Esto se puede afirmar en relación con sus características, que pueden o no aplicarse a cada tipo: De estructura no cristalina, No son conductores de electricidad, Conductividad de calor relativamente baja, Resistencia a los ambientes químicos y corrosivos, Bajas temperaturas de ablandamiento, Se conforman fácilmente a formas complejas, Muestran deformación aun después de que se retiran una carga aplicada; esto se conoce como comportamiento viscoelástico. (Hornbostel, 2000, p. 763).

Polímero (Del griego *πολυμερής*, compuesto de varias partes), es un compuesto químico, natural o sintético, formado por polimerización y que consiste esencialmente en unidades estructurales repetidas. (Diccionario de la Real Academia Española, 2013).

En tal sentido, se definió la variable de estudio: polímero, como el material sintético formado por polimerización, el cual es adicionado durante la elaboración del ladrillo de concreto, con la finalidad de reducir la absorción de este; el material sintético reciclado reemplaza a los agregados grueso y fino, en proporción del peso de la unidad de albañilería (5%, 7.5%, 10%, 12.5% y 15%), así mismo su dosificación se expresa en peso (kg). Por otro lado, el porcentaje de absorción se define como la expresión de la cantidad de agua absorbida en estado líquido por los ladrillo de concreto, de medición directa, determinado mediante ensayos de absorción de acuerdo a lo indicado en las normas NTP 399.604 y 399.613 y expresándose como un porcentaje del peso del ladrillo.

Para el presente estudio se planteó la interrogante: ¿En qué medida influye la adición de polímeros reciclados en la absorción de agua en los ladrillos de concreto para construcción, 2014, Trujillo - La Libertad?; cuyo objetivo fue determinar el porcentaje de absorción de agua por los ladrillos de concreto para construcción elaborados con la adición de polímeros reciclados, mediante ensayos de absorción, con la finalidad de prevenir daños estéticos y estructurales en las construcciones.

2. MATERIALES Y MÉTODO

2.1. Materiales:

Insumos: plástico reciclado (polímero) y triturado, cemento portland, arena gruesa, piedra (confitillo) y agua.

Equipos, instrumentos y herramientas manuales: molde metálico, varilla metálica, cuchara de albañil, plancha llana, jarra para agua con medida, tina para mezcla, cubetas, balanza electrónica digital.

2.2. Método

Luego de la dosificación de los materiales, se procede a pesar los mismos (agua, plástico triturado, cemento, arena gruesa y piedra), en un depósito se vierte la piedra, arena gruesa y plástico reciclado, se mezcla, a continuación se agrega el cemento y el agua, se mezcla como un concreto común. Se coloca la mezcla, de modo que supere el nivel del molde, con la varilla se compacta, luego con la plancha se nivela al ras del molde, a continuación se desmolda, para el curado y secado al natural. Después de 28 días se procede a pesarlos y luego se sumerge en agua por 24 horas. Finalmente se pesan los ladrillos húmedos.

El método utilizado es el empírico y estadístico. De tipo explicativo (experimental), porque se establece una relación causa efecto, siendo la causa los polímeros reciclados y el efecto el porcentaje de absorción de los ladrillos. El Diseño es Experimental puro, porque se manipula la dosificación del material polímero reciclado para determinar la influencia de este en la absorción del ladrillo de concreto.

La población estuvo constituida por todos los ladrillos fabricados con adición de polímeros reciclados; La muestra estuvo constituida para un diseño de un solo factor para lo cual se consideró 4 réplicas y 5 niveles del porcentaje de polímeros, se tuvo un total de 20 pruebas; El tamaño de la muestra se determinó mediante el software MINITAB 16.

Tabla 1. Elaboración de ladrillo ecológico.

Polímero	Cemento	Agua	Arena	Piedra	
%	kg	kg	kg	kg	
5.00%	0.325	0.830	0.491	2.950	1.904
7.50%	0.487	0.830	0.491	2.869	1.822
10.00%	0.650	0.830	0.491	2.788	1.741
12.50%	0.812	0.830	0.491	2.706	1.660
15.00%	0.975	0.830	0.491	2.625	1.579

Fuente: Elaboración Propia

La Técnica de recolección de datos fue la observación, debido a la toma directa de los datos. Para determinación del porcentaje de absorción, las muestras fueron ensayadas en el laboratorio LI & CAD de la ciudad de Trujillo, de acuerdo a lo indicado en las normas NTP 399.604 y 399.1613. El instrumento utilizado en la recolección de datos fue la balanza analítica electrónica de tres decimales.

Para el procesamiento de los datos, se utilizó el software Minitab 16, y para el análisis se elaboró gráficos de tendencia de variables, análisis de varianza y tablas de análisis de varianza.

3. RESULTADOS

Las muestras ensayadas, determinaron los resultados que se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 2. Porcentaje de absorción de los ladrillos

Polímeros %	Replicas (% Absorción)				Promedio
	1	2	3	4	
5	2.41%	3.70%	2.25%	2.61%	2.74%
7.5	4.06%	3.66%	3.81%	3.59%	3.78%
10	4.51%	4.31%	4.84%	4.82%	4.62%
12.5	4.94%	5.13%	4.42%	5.34%	4.95%
15	5.37%	5.52%	5.92%	5.49%	5.57%

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 3. Media del porcentaje de absorción

Polímeros (%)				
Variable dependiente: Absorción de agua (%)				
Polímeros (%)	Media	Error típ.	Intervalo de confianza 95%	
			Límite inferior	Límite superior
5,00	2,743	,209	2,297	3,188
7,50	4,030	,209	3,585	4,475
10,00	4,620	,209	4,175	5,065
12,50	4,958	,209	4,512	5,403
15,00	5,575	,209	5,130	6,020

Fuente: Elaboración Propia

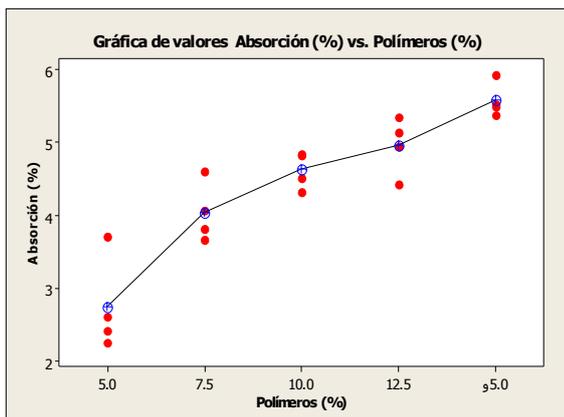


Figura 1. Porcentaje de Polímero vs. Absorción de agua en ladrillo.

Fuente: Elaboración Propia

4. DISCUSIÓN

La Tabla 1, nos muestra la dosificación de los materiales para los diferentes niveles de adición de polímeros,

expresados en peso (kg) obtenidos del diseño de mezclas para el ladrillo convencional Tipo IV.



Figura 2. Medición de Porcentaje de absorción en ladrillos ecológicos.

Fuente: Elaboración Propia.

La Tabla 2, nos muestra los valores del porcentaje de absorción de las 20 muestras para las cuatro replicas en sus cinco niveles; resultando que cuando se adicionó 5% de polímeros el porcentaje de absorción varió de 2.41% a 3.70%; cuando se aumentó el polímero reciclado a un 7.5% el porcentaje de absorción arrojó un valor mínimo de 3.66% y un valor máximo de 4.06%; para el tercer nivel se incrementó en 10% el polímero reciclado obteniendo un porcentaje de absorción mínimo de 4.31% y 4.84% como máximo; a 12.5% de polímeros reciclados se aumentó para el cuarto nivel lo que nos arrojó datos que variaron de 4.42% a 5.34% de porcentaje de absorción; y para el ultimo nivel se adiciono 15% de polímeros reciclados obteniendo los porcentajes de absorción con valores mínimo de 5.37% y máximo 5.92%.

La Tabla 3, nos muestra las medias de los porcentajes de absorción para los diferentes niveles, indicándonos que en el primer nivel la adición de 5% de polímeros nos dio una media de 2.74%; para 7.5% de adición de polímeros la media es de 4.03%; cuando se le adiciono 10% de polímeros la media arrojó 4.62%; en el cuarto nivel se le adiciono 12.5% de polímeros y la media fue de 4.96%; y para el quinto nivel se adiciono 15% de polímeros reciclados para este caso la media del porcentaje de absorción fue de 5.58%. Los datos nos indican que conforme se incrementaba el porcentaje de polímeros

aumentaba el porcentaje de absorción, tal como se puede identificar en la Figura 1.

Respecto a la hipótesis planteada en la presente investigación, se pudo comprobar que a medida que se incrementa la adición de polímeros reciclados, disminuye la absorción de los ladrillos de concreto; esto en comparación a la unidad de albañilería aceptada por la norma; no obstante, en función a la nueva unidad de albañilería con polímeros, se concluye que a medida que se incrementa la adición de polímeros reciclados, disminuye la absorción de los ladrillos elaborados con polímeros reciclados.

Estos resultados comparados con la Norma E.070 del RNE, que indica que el bloque de concreto clase, tendrá una absorción no mayor de 12%, y la del bloque de concreto NP no será mayor que 15% de absorción. Nos indica que con la adición de polímeros reciclados nos arroja un porcentaje de absorción muy por debajo de lo estipulado por la norma. Así mismo se induce que el porcentaje de absorción en todos los ladrillos con polímeros de acuerdo a su dosificación estará dentro de los valores del porcentaje de absorción de acuerdo al Figura 2. Por lo tanto el ladrillo ecológico elaborado con tecnología sencilla y económica está dentro los parámetros adecuados para prevenir daños estéticos y estructurales en las construcciones, en contraste con los ladrillos tradicionales por su alto porcentaje de absorción.

El ladrillo ecológico, denominado así por contener material reciclado, nos resuelve en parte el desastre ecológico, producido por los plásticos arrojados al medio ambiente y la degradación de tierras fértiles para elaborar el ladrillo tradicional, así mismo las emanaciones tóxicas de los hornos para el quemado de este; para ello esta alternativa de ladrillo, producida con una tecnología sencilla y económica, ayudaría a mitigar estos problemas.

5. CONCLUSIONES

- El porcentaje de absorción de agua por los ladrillos de concreto para construcción elaborados con la adición de polímeros reciclados, mediante ensayos de absorción, está muy por debajo a lo estipulado por la norma E.070. Concluyendo que estos son adecuados para prevenir daños estéticos y estructurales en las construcciones.
- El porcentaje de absorción de agua en los ladrillos elaborados con polímeros reciclados, para el presente estudio es en promedio de 4.40%.
- Las proporciones de polímeros usados en la elaboración del ladrillo, es de 5%, 7.5%, 10%, 12.5% y 15% del peso total de los materiales.
- La variación del porcentaje de absorción del ladrillo

elaborado con polímeros reciclados respecto al ladrillo tradicional, es en promedio 10.75%.

- Posibilitar la prevención con una tecnología sencilla y económica, los daños estéticos y estructurales en las construcciones convencionales
- Para la fabricación de los ladrillos con polímeros reciclados, se requiere de una tecnología sencilla y económica, así mismo se reduce los daños estéticos y estructurales de las construcciones convencionales.

6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] C. Gaggino, Rosana; Berretta, Horacio; Gatani, Mariana y Arguello, Ricardo. Ladrillos, bloques y placas con plásticos reciclados para viviendas de interés social. En: 16° Reunión Técnica de la Asociación Argentina de Tecnología del Hormigón. Mendoza, Argentina. (2006) 87 -94.
- [2] Berretta, Horacio. Ladrillos de cáscara de cacahuete y plástico reciclado. Centro Experimental de la Vivienda Económica de Argentina. <http://Ladrillos%20de%20C3%A1scara%20d%20cacahuete%20y%20pl%C3%A1stico%20reciclado.%20%20%20Ison21.html>
- [3] Reglamento Nacional de Edificaciones. Norma E.070. Albañilería. (2013).
- [4] CEVE. Ladrillos de PET. <http://www.ceve.org.ar/materiales-1.php> (2012).
- [5] CEVE. Ladrillos de Plásticos Reciclados. <http://vilssa.com/ladrillos-de-plastico-reciclado> (2013).
- [6] La Voz de Valparaíso. Chile: Olmué opta por casas de botellas recicladas para las familias pobres. <https://www.veverde.com/2012/03/chile-olmue-opta-por-casas-de-botellas-recicladas-para-las-familias-pobres/> (2012).
- [7] Ecomat Research. Construcciones con ladrillos de plástico tipo Lego. <https://renovables.wordpress.com/2012/09/19/casas-a-partir-de-ladrillos-de-plastico-tipo-lego/> (2012).
- [8] CONICET. Ladrillos PET a base de residuos plásticos. <http://wp.cienciaycemento.com/la-drillos-pet-a-base-de-residuos-plasticos/>
- [9] Máas. Bloques elaborados con cemento y plástico (2012).
- [10] Parnisari. La Tecnología a aplicarse en la elaboración de los ladrillos ecológicos (2006).

- [11] Diccionario Hornbostel, 2000.
- [12] Real Academia Española. <http://www.rae.es/>.
- [13] ITINTEC Instituto de Investigación Tecnológica Industrial y de Normas Técnicas. <http://biblioteca.montana.com.pe/dspace/browse?type=author&value=ITINTEC.+Instituto+de+Investigaci%C3%B3n+Tecnol%C3%B3gica+Industrial+y+de+Normas+T%C3%A9cnicas>.
- [14] Abanto, F. Tecnología del Concreto. Editorial San Marcos.
- [15] El Concreto y otros materiales para la construcción. <http://civilgeeks.com/2012/04/30/el-concreto-y-otros-materiales-para-la-construccion-libro/>

