

LADRILLOS Y PLACAS PREFABRICADAS CON PLÁSTICOS RECICLADOS APTOS PARA LA AUTOCONSTRUCCIÓN

Rosana Gaggino¹

Fecha recepción: 06.06.06.

Fecha aceptación: 10.11.06.

Resumen

Esta publicación trata sobre una investigación llevada a cabo en el CEVE relativa a la fabricación de elementos constructivos utilizando materiales plásticos reciclados.

La investigación ha logrado los siguientes objetivos:

Tecnológico: desarrollar componentes de construcción livianos, de buena aislación térmica, y resistencia mecánica suficiente para cumplir la función de cerramiento lateral de viviendas.

Ecológico: colaborar en la descontaminación del medio ambiente.

RECYCLED PLASTIC BRICKS AND PANELS FOR SELFCONSTRUCTION

Rosana Gaggino¹

Received: 06.06.06.

Accepted:10.11.06.

Abstract

This paper is about a research carried out in CEVE on constructive elements made of recycled plastics materials.

The research had a series of objectives which were reached as followed:

The technological objective was to develop light constructive components with a good thermal insulation, and mechanical resistance to be used in housing side closing function.

The ecological one was to collaborate in environmental decontamination.

Económico: abaratar costos en la producción de elementos constructivos para la vivienda de interés social.

Social: poner en manos de auto-constructores la elaboración de los componentes constructivos.

De género: desarrollar una tecnología constructiva apta para mujeres, por la liviandad de los componentes.

Se utilizan como materia prima materiales reciclados plásticos, promoviendo el uso racional de recursos disponibles en lugar de enterrarlos, quemarlos o acumularlos en basureros al aire libre; aplicando procedimientos de elaboración que no son contaminantes del medio ambiente, por lo cual es una tecnología sustentable.

PALABRAS CLAVES: AUTO-CONSTRUCCIÓN, VIVIENDA ECONÓMICA, PLÁSTICOS RECICLADOS.

The economical was to lower costs of social housing construction creating cheaper housing construction materials.

The social one was to provide self – constructors with the know how to make construction materials.

The field objective to develop a constructive technology easier to use by women due to the lightness of the material

Recycled plastics materials Aare used as raw material, promoting the rational use of the available resources instead of end as Atrash buried or burnt in garbage dumps, using non contaminating elaboration procedures; therefore it is a sustainable technology.

KEY WORDS: SELF-CONSTRUCTION, ECONOMICAL HOUSING, RECYCLED PLASTICS.

1 Arquitecta. Magíster en Diseño Arquitectónico. Doctora en Ciencias del Diseño. Investigadora de CEVE (Centro Experimental de la Vivienda Económica). Argentina. Correo electrónico: areatecnica@ceve.org.ar

1 Architect. Master in Architecture design. Doctor in Science of Design. CEVE (Centro Experimental de la Vivienda Económica) Researcher. Argentina. E-mail: areatecnica@ceve.org.ar

Introducción

La autoconstrucción en la República Argentina

Las tecnologías que se utilizan tradicionalmente en nuestro país para auto-construcción² aplican mampuestos que no son producidos por auto-constructores sino por fábricas o cortaderos de ladrillos. Los mismos disponen de terreno, instalaciones, maquinaria y materia prima necesarios, inalcanzables para el auto-constructor.

Este, entonces, compra los elementos constructivos y con ellos levanta su vivienda.

Se citan como ejemplos las tecnologías más utilizadas en nuestro país para ejecutar cerramientos laterales de viviendas, como las mamposterías de ladrillo común de tierra cocida, de ladrillos huecos cerámicos, y de bloques comunes de cemento y arena. (Ver Tabla 1).

La nueva tecnología que se describe en este trabajo pone en manos del mismo auto-constructor la fabricación de los mampuestos y placas que utilizará para levantar su casa, por utilizar sencillos procedimientos, por no requerir maquinarias caras, por no necesitar terreno de donde extraer materia prima, ni grandes instalaciones para procesarla.

2 Auto-construcción: proceso autónomo a través del cual la propia gente encara la solución de su problema habitacional, en general con pocos recursos materiales y marco institucional insuficiente o ausente.

La intervención de la mujer argentina en la construcción

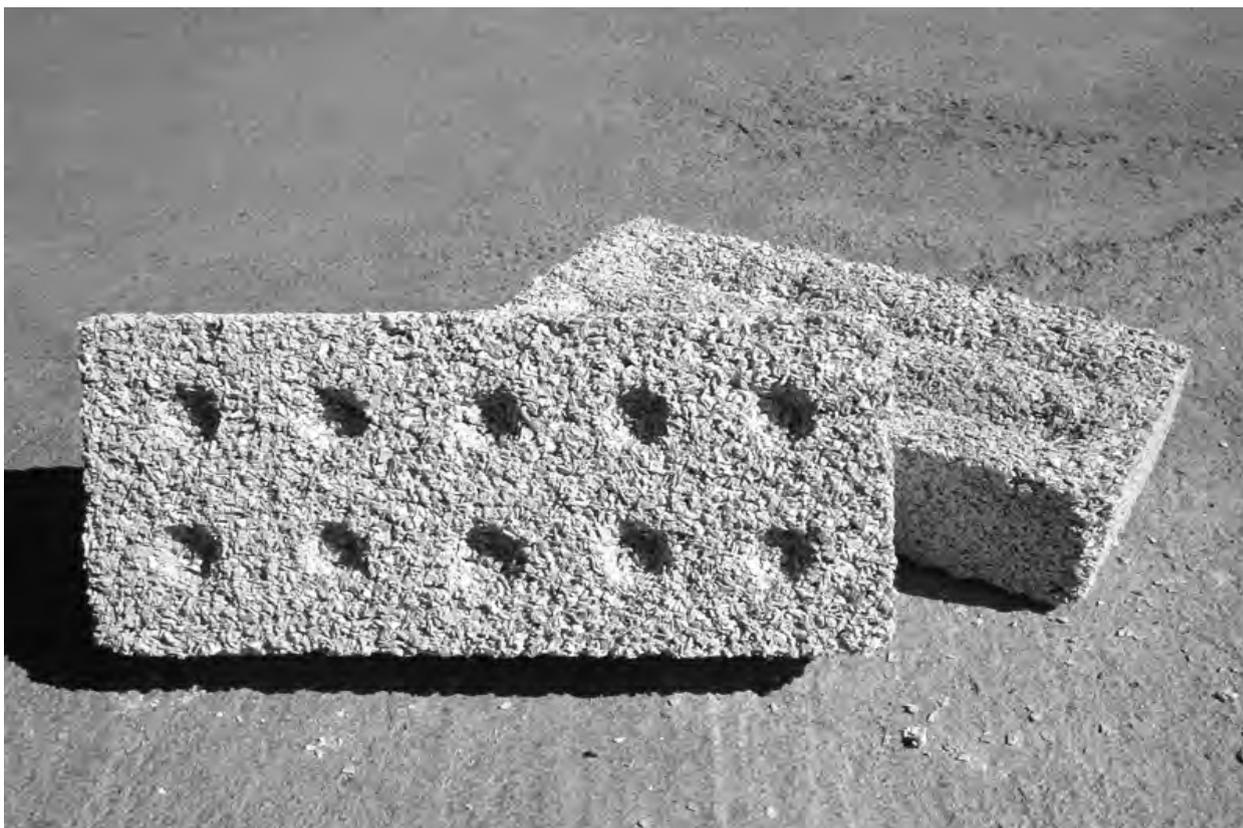
En la República Argentina la mano de obra para la construcción está en manos de varones casi exclusivamente, por cuestiones culturales y sobre todo por tratarse de un trabajo pesado. Esto complica la situación de las familias auto-constructoras que no tienen integrantes masculinos.

Según los datos que nos proporciona el último censo realizado en nuestro país, es alto el porcentaje de mujeres jefas de hogar (ver Tabla 2) y también alto el porcentaje de población con NBI (necesidades básicas insatisfechas³; una de ellas es la vivienda (ver Tabla 3).

Se deduce de estos datos que hay 299.080 hogares con NBI donde la jefa es una mujer.

3 Para la elaboración de los datos censales, se consideraron como hogares con NBI a aquellos que reúnen al menos una de las siguientes condiciones: Tener más de tres personas por cuarto; Habitan en una vivienda de tipo inconveniente (pieza de inquilinato, vivienda precaria u otro tipo, lo que excluye casa, departamento y rancho); No tienen ningún tipo de retrete; Tienen algún niño en edad escolar (6 a 12 años) que no asiste a la escuela; Tienen cuatro o más personas por miembro ocupado y cuyo jefe posee baja educación (no asistió a más de dos años de escolaridad primaria).
Indicadores: Hacinamiento, Vivienda, Condiciones sanitarias, Asistencia escolar, Capacidad de subsistencia. (Fuente: INDEC. Censo Nacional de Población, Hogares y Viviendas 2001).

Foto 1: autora.



La tecnología desarrollada en CEVE con materiales reciclados constituye un primer avance en nuestro país para la participación de la mujer en la construcción, debido al bajo peso de los componentes que se manejan.

Reciclar para utilizar racionalmente los residuos

La disposición de residuos de las ciudades constituye un problema de difícil solución. Actualmente los residuos urbanos de las grandes ciudades de

nuestro país son en su mayor parte enterrados⁴, lo cual no es una alternativa muy racional desde el punto de vista económico ni tampoco ambientalmente adecuado, puesto que gran parte de los residuos es no biodegradable.

El tiempo que demora el proceso de descomposición de los desechos es variable según el tipo de material, siendo sumamente lento en el caso de los plásticos.

“Las botellas de polietilen-tereftalato (PET) tardan

⁴ En el caso de la ciudad de Córdoba, República Argentina, el 90 % de los residuos es enterrado en el Predio de Enterramiento Sanitario de la localidad de Bower (dato proporcionado por la Municipalidad de Córdoba, año 2003).

más de 500 años en descomponerse, y duran más si están enterradas.

Las bolsas de polietileno de baja densidad (LDPE) se transforman recién a los 150 años en contacto con los agentes naturales”⁵.

Aproximadamente el 50% en peso de los desechos son prácticamente no bio-degradables, correspondiendo a los plásticos el 13,3% del total, en la República Argentina (Ver Tabla 4).

Reciclar es una alternativa conveniente desde el punto de vista ambiental, puesto que se reducen los residuos que se acumulan en basurales al aire libre, se queman, o se entierran.

Se debe evaluar la conveniencia económica del reciclado, pues si bien los residuos son gratuitos para el municipio, hay gastos de recolección, separación y limpieza del material, y gastos inherentes al procesamiento del mismo. Naturalmente, el reciclado es más atractivo cuanto mayor sea el precio del material virgen a sustituir.

La suba internacional del precio del petróleo ha disparado el interés por el reciclado de los materiales plásticos en los últimos años.

5 Cuánto tiempo tarda la naturaleza en transformar..., 2004, pag.2.

Tipos de reciclado de plásticos conocidos en el mundo y usos previstos

En el mundo se utilizan distintos procedimientos para reciclar los plásticos:

- Mecánico.
- Químico.
- Energético.

El reciclado mecánico lleva varias etapas donde se realiza: la separación manual, el triturado en partículas, clasificación de partículas por aire, lavado, inmersión en agua y separación electrostática.

El reciclado químico deshace o depolimeriza el plástico, separándose las moléculas que lo componen, las cuales se emplean para fabricar otra vez plásticos. Dependiendo de su pureza, este material puede usarse incluso, para el envasado de alimentos.

El reciclado energético consiste en incinerar el plástico para generar energía, lo cual tiene como inconveniente la contaminación atmosférica que produce.

El más costoso de estos tres procedimientos es el químico, pero es el que permite obtener productos con un mayor valor agregado. Este procedimiento es de uso corriente en países desarrollados como los de la Comunidad Económica Europea o los EE.UU.

Foto 2: autora.



Los plásticos se reciclan para una variedad de usos:

“El Polietilen - Tereftalato (PET) reciclado se usa para fibra poliéster, flejes, láminas para termoformados, madera plástica, aditivos para pavimentos, fabricación de botellas nuevas multicapa, combustible para la generación de energía, como materia prima para la producción de PET virgen...

El Polietileno de Alta Densidad (HDPE) se encuentra en botellas de detergente, o de aceite para motor, etc. Puede ser reciclado en macetas, cestos de basura, conos para señales viales, botellas de detergente...

El Cloruro de Polivinilo (PVC) se usa en botellas de champú, o de aceite para cocina, en artículos de servicio para comida rápida, etc. Puede ser reciclado en tubos de drenaje e irrigación...

El Polietileno de Baja Densidad (LDPE) se encuentra en bolsas de supermercado, bolsas de pan, plástico para envolver, en la parte superior de los tubos de margarina, etc. Puede ser reciclado en nuevas bolsas de supermercado...

El Polipropileno (PP) es usado en la mayoría de los recipientes para yogurt, sorbetes, botellas de miel, tapas de botella, etc. Puede ser reciclado en viguetas de plástico, cajas de baterías para autos, peldaños para registros de drenaje...

El Poliestireno (PS) se encuentra en tazas desechables para bebidas calientes, materiales de empaquetado, bandejas de carne, etc. Puede ser reciclado en viguetas de plástico, cajas de cintas para cassetes, macetas...

La mezcla de varios plásticos normalmente no se recicla porque el producido es de muy difícil aplicación.

Cinco botellas de PET rinden suficiente fibra para una camiseta extragrande o un pie cuadrado de alfombra. 25 botellas son necesarias para hacer un suéter. 5 botellas rinden suficiente relleno para una chaqueta de esquiar. 35 botellas rinden suficiente relleno para una bolsa de dormir⁶.

La proporción en peso con la que estos plásticos se encuentran presentes en la basura urbana se muestra en la Tabla 5.

El reciclado de plásticos en Córdoba, República Argentina

Nuestra realidad local dista mucho de ser semejante a la de los países desarrollados.

“En Córdoba se reciclan unas 150 ton/mes de plástico. El reciclado del plástico se ha transformado en un negocio dominado ampliamente por el circuito marginal, el cual maneja unas 100 ton/mes⁷.”

6 Reciclar plásticos es tan fácil como decir1, 2, 3, 2004, pág. 4.

7 Plásticos. El 70% del reciclado es informal, 2005, pág. 5.

ARTÍCULO: Ladrillos y placas prefabricadas con plásticos reciclados aptos para la autoconstrucción/ **Rosana Gaggino**

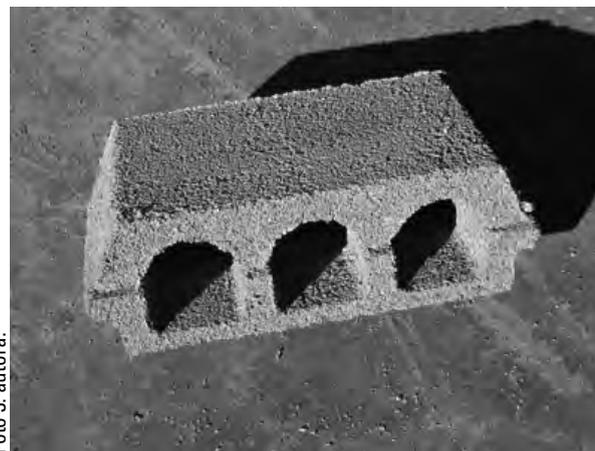


Foto 3: autora.

El procesamiento informal está sostenido por pequeños “emprendedores” que reciben los desperdicios plásticos aportados por los cartoneros.

El polietileno de baja densidad es el material plástico que más se recicla, para fabricar bolsas de residuos. Las firmas del rubro se nutren de materiales que provienen de fábricas y evitan utilizar desperdicios recolectados en la calle o en basurales, para evitar imperfecciones en los productos obtenidos.

Otros plásticos que se reciclan, en bajas cantidades, son: el poliestireno expandido, para realizar cargas en techos livianas y de buena aislación térmica; y el polietileno de alta densidad para la fabricación de macetas.

Foto 4: autora.



En cambio, no existen plantas para procesar los envases de PET. Esos recipientes son enviados a Buenos Aires, donde hay fábricas para su tratamiento parcial o total, y luego son llevados al exterior, en donde se utilizan procedimientos de reciclado complejos y costosos.

Tampoco se reciclan en la actualidad las láminas plásticas procedentes de embalajes de alimentos o perfumería, pues al tener tintas aplicadas, se dificulta su reprocesado para otros usos.

La tecnología de reciclado de plásticos desarrollada por CEVE

Con la tecnología desarrollada en CEVE se realiza un procedimiento de reciclado mucho más sencillo que los descritos en el punto “Tipos de reciclados conocidos en el mundo...”.

El material que se utiliza es de tres clases:

- polietileno tereftalato (PET) procedente de envases de bebidas descartables, residuo post-consumo.
- plásticos varios procedentes de embalajes de alimentos o de perfumería, residuo de fábrica

por fallas de espesor o entintado, compuestos por: polietileno tereftalato (PET), polietileno de baja densidad (LDPE), polipropileno biorientado (BOPP), cloruro de polivinilo (PVC), con tintas aplicadas y polvo de aluminio (en el caso de láminas con aspecto brillante).

- poliestireno expandido (PS), residuo de fábricas de placas de aislación térmica para construcciones.

Los residuos plásticos son seleccionados, triturados con un molino especial, y así son incorporados a mezclas cementicias, sin necesidad de un lavado previo (salvo en el caso que se utilicen residuos muy contaminados tomados de la basura, sin un acopio separado).

El bajo requerimiento de limpieza se explica porque los desechos quedan confinados en la masa de un hormigón.

Las superficies de los cerramientos ejecutados con estos elementos constructivos deben ser revocadas con un mortero común de albañilería, elaborado con materiales pétreos convencionales. Por eso el aspecto de una vivienda construida con estos componentes no difiere en absoluto con otras tradicionales.

En el caso de los envases de PET, no es necesario sacarles etiquetas ni tapas previo al proceso de triturado.

No se pueden utilizar envases procedentes de la

industria agroquímica y en general, aquellos que puedan haber estado en contacto con sustancias tóxicas.

Para la fabricación de los elementos constructivos se utilizó un procedimiento similar al de un hormigón común, pero reemplazando áridos por plásticos reciclados. (Ver fotos de 1 a 4).

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 sumergidos en un piletón con agua.

A los 28 días de haber sido fabricados pueden ser utilizados en obra.

Características técnicas de los productos desarrollados

Las propiedades físicas y mecánicas de los elementos constructivos desarrollados fueron establecidas mediante ensayos en los laboratorios de la Universidad Nacional de Córdoba y del INTI en Capital Federal. La elección de estos ensayos obedece a los requerimientos que fija la Subsecretaría de Vivienda de la Nación para tramitar el Certificado de Aptitud Técnica (CAT) de elementos constructivos. El

CAT se obtuvo el 18 de mayo de 2006, Disposición DTI N° 2659. (Ver prototipo estudiado en foto 6).

- Peso específico:

Los ladrillos, bloques y placas elaborados con plásticos reciclados son livianos por el bajo peso específico de la materia prima. (Ver Tabla 6).

- Conductividad térmica:

Los elementos constructivos obtenidos son malos conductores del calor, por lo que proveen una excelente aislación térmica, superior a la de otros cerramientos tradicionales. (Ver Tabla 7).

- Resistencia mecánica:

Ladrillos y bloques con plásticos reciclados tienen una resistencia menor a la de otros elementos constructivos tradicionales, pero suficiente para ser utilizados como cerramientos de viviendas con estructura independiente anti-sísmica. (Ver Tabla 8). En el caso de las placas, la resistencia es similar a la de placas fabricadas con ladrillos comunes. (Ver Tabla 9).

- Absorción de agua:

Los elementos constructivos con plásticos reciclados tienen una absorción de agua similar a la de otros cerramientos tradicionales. (Ver Tabla 10).

- Comportamiento a la intemperie:

Placas fabricadas con diferentes plásticos reciclados sin revoque fueron expuestas durante tres

años a la intemperie, sin observarse en ellas alteraciones dimensionales ni deterioros. Se realizó un ensayo de envejecimiento acelerado con exposición a rayos ultravioleta y ciclos de humedad en el laboratorio del INTI de Capital Federal, utilizando el método del "QUV Panel" sobre probetas con PET reciclado, resultando que la disminución de resistencia a la compresión posterior al envejecimiento fue del orden del 25%.

- Aptitud para el clavado y aserrado:

Las placas y mampuestos con plásticos reciclados son fáciles de clavar y aserrar, según ensayos preliminares realizados en el CEVE, por lo que tienen aptitud para constituir sistemas constructivos no modulares.

- Adherencia de revoques:

Las placas y mampuestos con plásticos reciclados poseen buena aptitud para recibir revoques con morteros convencionales, por su gran rugosidad superficial. Se realizó un ensayo de Adherencia de revoques en el laboratorio del INTI de Capital Federal, dando como resultado una Tensión de adherencia: 0,25 MPa, similar a la de otros materiales tradicionales para uso en construcción.

- Resistencia al fuego:

Los elementos constructivos con PET reciclado tienen buena resistencia al fuego, según se com-

probó en Ensayo de Propagación de Llama realizado en el laboratorio de INTI, del cual surge su clasificación como “Clase RE 2: Material combustible de muy baja propagación de llama”. No se realizaron ensayos normalizados sobre elementos constructivos con otros tipos de plásticos.

- Permeabilidad al vapor de agua:

La Permeabilidad al vapor de agua en elementos constructivos con PET reciclado es de 0,0176 g/mhkPa, similar al de otros materiales tradicionales para uso en construcción. (Ver Tabla 11).

- Resistencia acústica:

Un muro de 0,15 m. de espesor construido con ladrillos de PET reciclado, revocado del lado receptor del ruido, tiene una resistencia acústica de 46 db, superando a la de un muro del mismo espesor construido con ladrillos comunes de tierra sin revocar (45 db). (Ver Tabla 12).

Experiencia piloto de auto-construcción utilizando esta tecnología

Se realizó en los años 2003 y 2004 una transferencia en el medio, con capacitación para la auto-construcción, de la tecnología de fabricación de ladrillos y placas de ladrillos con plásticos reciclados, consistente en cinco ampliaciones de

viviendas y una tapia en barrios marginales de la ciudad de Córdoba (ver fotos 5 y 6).

Esta actividad se enmarcó en la realización de un Proyecto financiado por la GATE – GTZ, organismo del Gobierno de la República Federal de Alemania de Cooperación Internacional para Micro-proyectos de Tecnologías Apropriadas.

En este Proyecto se buscó promocionar a sectores pobres de la población, mediante una capacitación a jefes y jefas de familias jóvenes para la producción de elementos constructivos de bajo costo elaborados con PET y con papeles plásticos de embalajes descartados.

Las actividades que se realizaron fueron las siguientes:

- Selección del grupo humano destinatario de la primera experiencia: 6 jóvenes de escasos recursos, jefes/as de familia, con expectativas de mejorar sus condiciones de vida, pertenecientes a los barrios José Ignacio Díaz y 23 de Abril en la ciudad de Córdoba. La selección estuvo a cargo de los psicólogos y asistentes sociales del SEHAS (Servicio Habitacional y de Acción Social, de la ciudad de Córdoba).
- Organización de un módulo de capacitación del grupo destinatario, sobre la nueva tecnología desarrollada por el CEVE para la elaboración de elementos constructivos con plásticos reciclados, a cargo de personal técnico del mismo.

Foto 5: autora.



- Realización del curso de formación, teórico-práctico, en planta del CEVE.
 - Organización de la producción en serie de los elementos constructivos necesarios para la ampliación de las viviendas del grupo destinatario (ladrillos y placas).
 - Elaboración de los elementos constructivos en planta del CEVE, con mano de obra a cargo del grupo destinatario, materiales provistos por GTZ, y supervisión de personal técnico del CEVE (arquitectas Mariana Gatani y Rosana Gaggino).
 - Construcción de las ampliaciones en los barrios.
- Evaluación de la experiencia, con la participación conjunta del SEHAS, del CEVE y del grupo destinatario.
 - Formulación de pautas de mejoramiento de la experiencia para su futura aplicación a nuevos grupos destinatarios, a mayor escala.

La tecnología utilizada en esta transferencia se describe sintéticamente de la siguiente manera:

Los cerramientos laterales de las cinco viviendas fueron construidas con mampostería de ladrillos de papeles plásticos de embalajes reciclados. La estructura antisísmica fue realizada con vigas y columnas reticuladas ejecutadas con hierros redon-

Foto 6: autora.



dos de construcción, patentada por el CEVE con el nombre de sistema constructivo UMA, llenada con hormigón del tipo convencional, con agregados pétreos). Las fundaciones consisten en plateas de hormigón armado, con un alisado superficial que es su acabado final, sin aplicación de pisos. La misma solución se adoptó en veredas perimetrales.

Los muros de cerramiento lateral se revocaron con revoque grueso y fino, utilizando mortero con agregados pétreos del tipo convencional.

Las cubiertas se ejecutaron con chapas plegadas sinusoidales fijadas con ganchos y tuercas, y se aplicaron cielorrasos suspendidos de machimbre de madera para aislación térmica.

Las ventanas utilizadas fueron las que desarrolló, patentó y comercializa el CEVE, con marcos pre-moldeados de hormigón con rejas incorporadas.

Una de las obras es un muro divisorio entre medianeras. Esta tapia fue ejecutada con placas de ladrillos de papeles plásticos, con juntas tomadas con mortero común de albañilería con agregados pétreos; encadenados inferior y superior con vigas de hormigón armado; y cimientos comunes de hormigón con zapatas de hormigón armado en correspondencia con las columnas de refuerzo.

El aspecto de estas viviendas y tapias terminadas, con su revoque y pintura, es idéntico al de viviendas de tipo tradicional, ejecutadas con mamposterías de ladrillo común.

Conclusiones

La tecnología desarrollada utilizando plásticos reciclados para la elaboración de elementos constructivos se considera apropiada, coincidiendo con la definición que diera Roland Sutz sobre estos términos:

“Una tecnología constructiva se considerará apropiada si no requiere grandes gastos de energía, no causa desechos ni contaminación, es climáticamente aceptable, segura frente a inclemencias de tiempo y peligros naturales, emplea fuerza laboral local tanto para la producción como para el mantenimiento y reparación, resulta socialmente aceptable, usa materiales locales (abundantes, renovables, disponibles, de poco peso y fácil manipulación, durables y de calidad), es socialmente aceptable, evita herramientas o equipos de alto costo, requiere baja especialización, fácil aprendizaje, ... y tiene escasa incidencia sobre el medio”⁸.

Constituye un aporte en el tema de “desarrollo sustentable” tan en boga en estos últimos años, en este caso de una tecnología constructiva. Se adopta la definición de Gilman sobre este concepto:

“Puede considerarse Desarrollo Sustentable a la habilidad de una sociedad o sistema para continuar funcionando indefinidamente en el futuro sin ser forzado a declinar por el agotamiento o sobrecarga de los recursos fundamentales de los cuales este sistema depende”⁹.

8 SUTZ, 2004, pág.16.

La tecnología constructiva desarrollada es simple, económica, no contaminante, reduce el consumo de recursos naturales (como tierra fértil, madera o piedra); y además aprovecha los residuos producidos abundantemente por otras industrias (plásticos). La evaluación de la misma permite afirmar que es sustentable desde los puntos de vista ecológico, económico y social.

La calidad técnica de los productos de esta tecnología posibilita su utilización como elementos de cerramiento exterior e interior no estructural de viviendas.

La experiencia en terreno de utilización de esta tecnología en la primera transferencia realizada, en barrios marginales de la ciudad de Córdoba, permitió comprobar satisfactoriamente el grado de aceptación social de los productos. Las cualidades que estos jóvenes auto-constructores señalan de los mismos son la buena aislación térmica, la liviandad (esto último de principal interés para las mujeres), y la posibilidad de producirlos ellos mismos (a diferencia de otros productos utilizados para la autoconstrucción).

Con esta primera experiencia, se ha verificado que es posible que un grupo organizado de personas sin conocimientos previos sobre construcción, con supervisión técnica y una mínima infraestructura,

9 GILMAN,1993, pág.12.

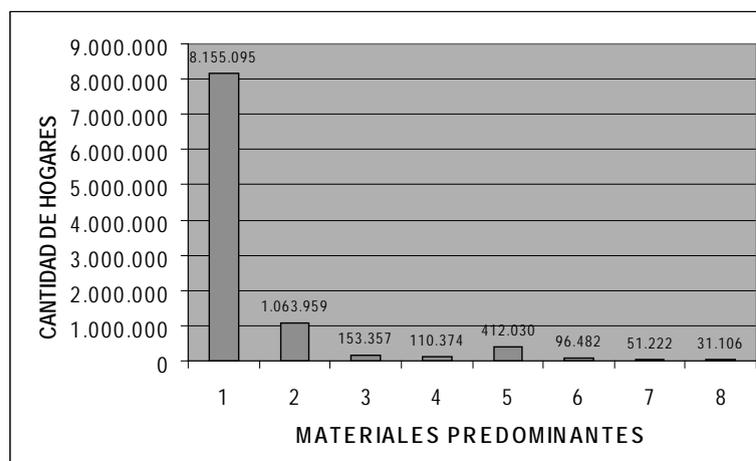
apliquen una tecnología simple y económica con plásticos reciclados para mejorar su situación habitacional o bien para tener una nueva fuente de trabajo.

Esto permite verificar en forma preliminar la factibilidad del uso de los productos de la investigación desarrollada para vivienda de interés social, uno de los objetivos iniciales del trabajo.

Tablas

TABLA 1.
HOGARES DE LA REPÚBLICA ARGENTINA POR MATERIAL PREDOMINANTE EN LAS PAREDES EXTERIORES Y PRESENCIA DE REVOQUES.

Total de hogares encuestados: 10.073.625.



Referencias:

1. Ladrillo, piedra, bloque u hormigón con revoque.
2. Ladrillo, piedra, bloque u hormigón sin revoque.
3. Adobe con revoque.
4. Adobe sin revoque.
5. Madera.

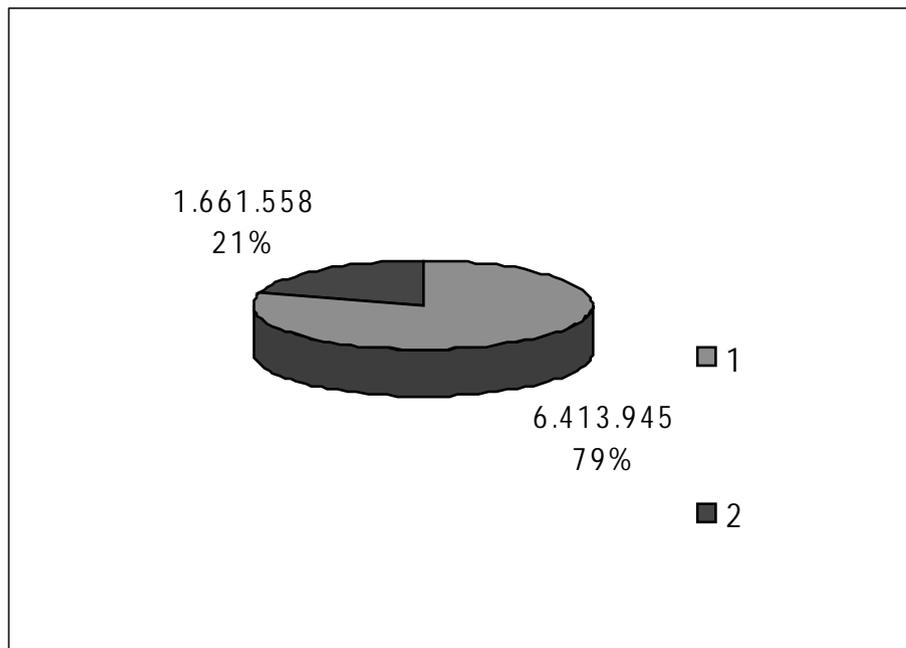
6. Chapa de metal o fibrocemento.
7. Chorizo, cartón, palma, paja sola o material de desecho.
8. Otros.

Fuente de los datos: INDEC. Censo Nacional de Población, Hogares y Viviendas 2001.

La tabla es una elaboración de la autora.

TABLA 2.
HOGARES CONYUGALES SEGÚN SEXO.

Total de hogares conyugales: 8.075.503.



Referencias:

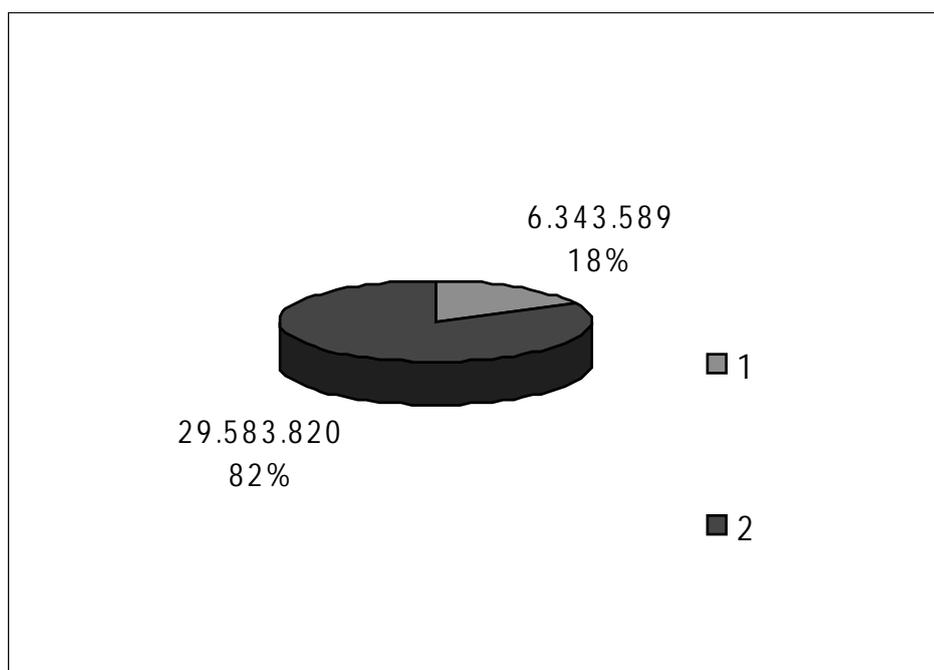
1. Hogares con jefe varón.
2. Hogares con jefa mujer.

Fuente de los datos: INDEC. Censo Nacional de Población, Hogares y Viviendas 2001.

La tabla es una elaboración de la autora.

TABLA 3.
POBLACIÓN DEL PAÍS CON NECESIDADES BÁSICAS INSATISFECHAS-NBI.

Total de habitantes: 35.927.409.



Referencias:

1. Población sin NBI.
2. Población con NBI.

Fuente de los datos: INDEC. Censo Nacional de Población, Hogares y Viviendas 2001.

La tabla es una elaboración de la autora.

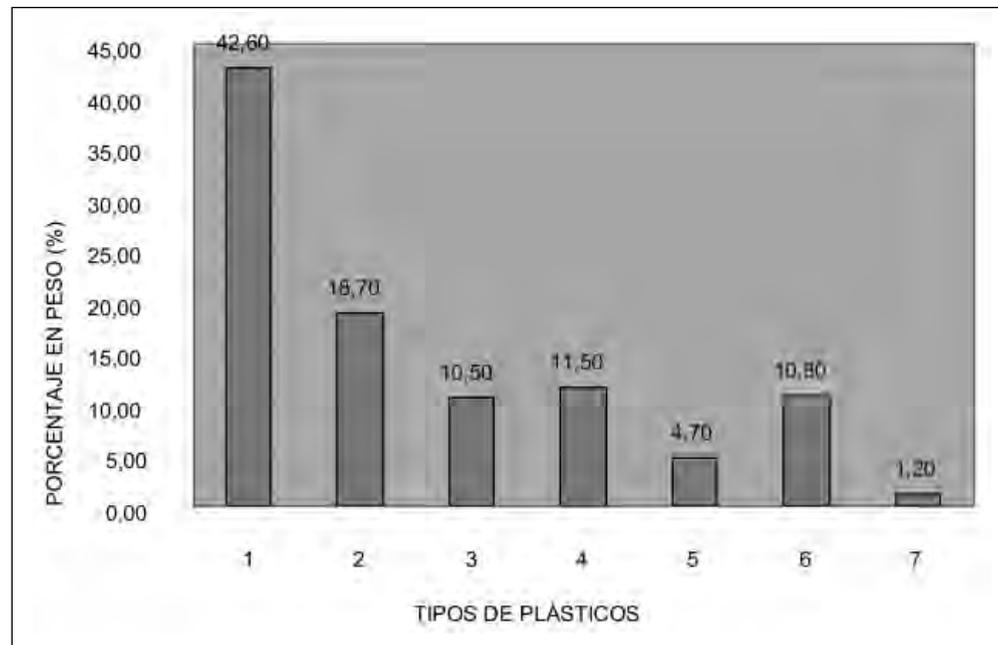
TABLA 4.
DESECHOS QUE COMPONEN LA BASURA URBANA DE MUNICIPIOS EN LA REPÚBLICA ARGENTINA, LA
COMUNIDAD ECONÓMICA EUROPEA Y LOS E.E.U.U.

Tipo de material	Rep. Argentina ¹ 1992		C.E.E. ² 1990		E.E.U.U. ³ 1988	
	% del peso	% del volumen	% del peso	% del volumen	% del peso	% del volumen
Textiles	2,8	5	4	7	7,6	10
Orgánicos degradables	2,5	1	33	25	7,4	3
Papel	14,5	10	30	28	40	34
Plásticos	13,3	30	7	20	8	20
Metales	2,9	3	8	11	8,5	12
Vidrio	5,6	6	8	5	7	2
Otros	55,8	45	10	4	21,5	18

Fuente:

1. Publicaciones periódicas CEAMSE, 1992, República Argentina.
2. SCONOCCHIA Andrea. "Materia Plastiche Derivate dalla Raccolta Differenziata". Tesi di Laurea, 1994. Italia.
3. LEIDER Jacob y DEKKER Marcel. "Plastic Waste. Recovery of economic value". 1990. EE.UU.

TABLA 5.
DISTRIBUCIÓN TÍPICA DE DISTINTOS PLÁSTICOS EN EL RESIDUO URBANO.



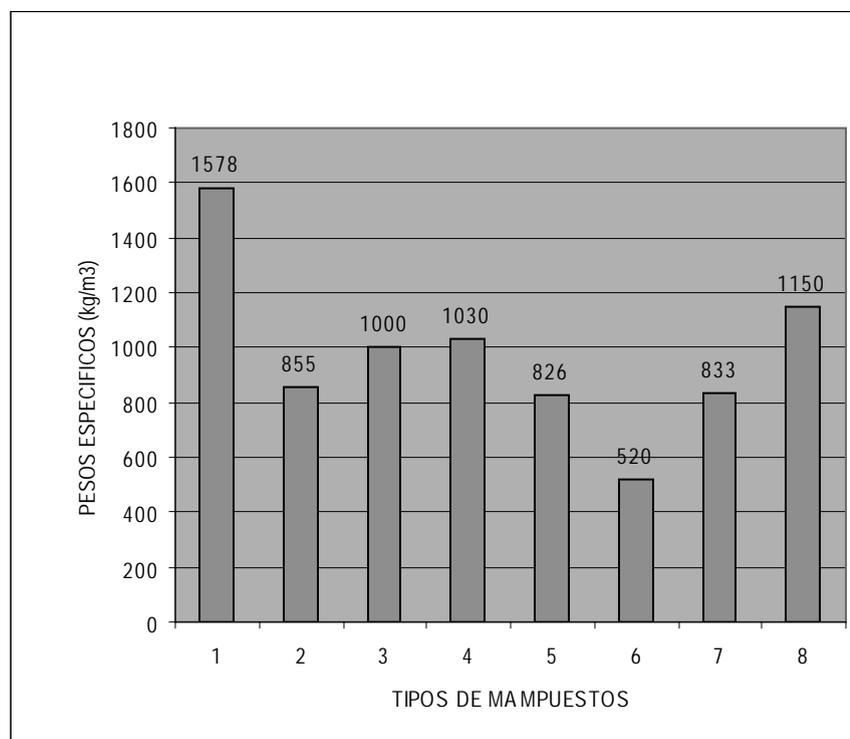
Referencias:

1. LDPE.
2. HDPE.
3. PVC.
4. PP.
5. PET.
6. PS
7. Otros.

Fuente de los datos: LEIDER Jacob y DEKKER Marcel. "Plastic Waste. Recovery of economic value". 1990. EE.UU.

La tabla es una elaboración de la autora.

**TABLA 6.
PESO ESPECÍFICO DE MAMPUESTOS.**



Referencias:

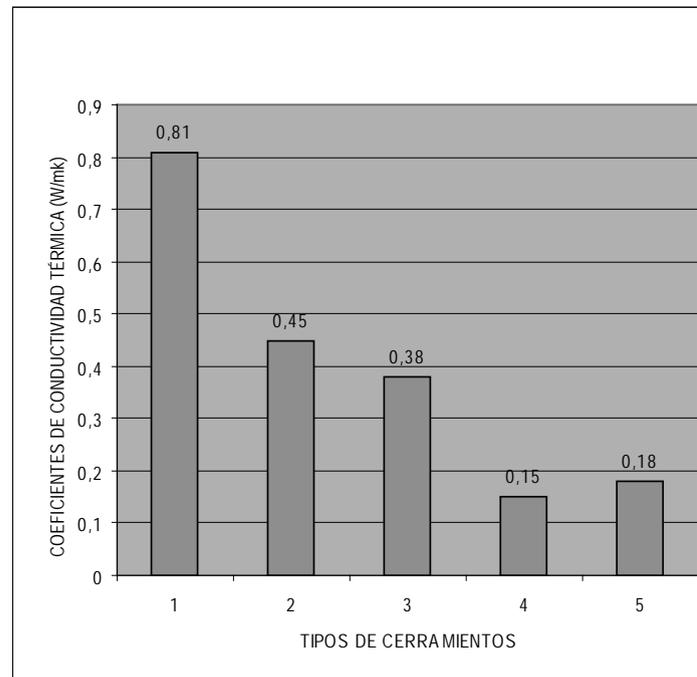
1. Ladrillos comunes de tierra.
2. Ladrillos cerámicos huecos.
3. Bloques de hormigón común.
4. Ladrillos con LDPE reciclado.
5. Bloques con PET reciclado.
6. Ladrillos con PS reciclado.
7. Ladrillos con plásticos varios reciclados.

8. Ladrillos con PET reciclado.

Fuente de los datos: Valores desde 1 a 3 son datos tomados de CHAMORRO H: "Funciones de las paredes", Publicación de la Universidad Nacional de Córdoba, Rep. Argentina, 1980. Los valores correspondientes a los mampuestos 4, 5, 6, 7, y 8 fueron obtenidos en ensayos realizados en el Laboratorio de la Universidad Nacional de Córdoba.

La tabla es una elaboración de la autora.

TABLA 7.
CONDUCTIVIDADES TÉRMICAS DE CERRAMIENTOS.



Referencias:

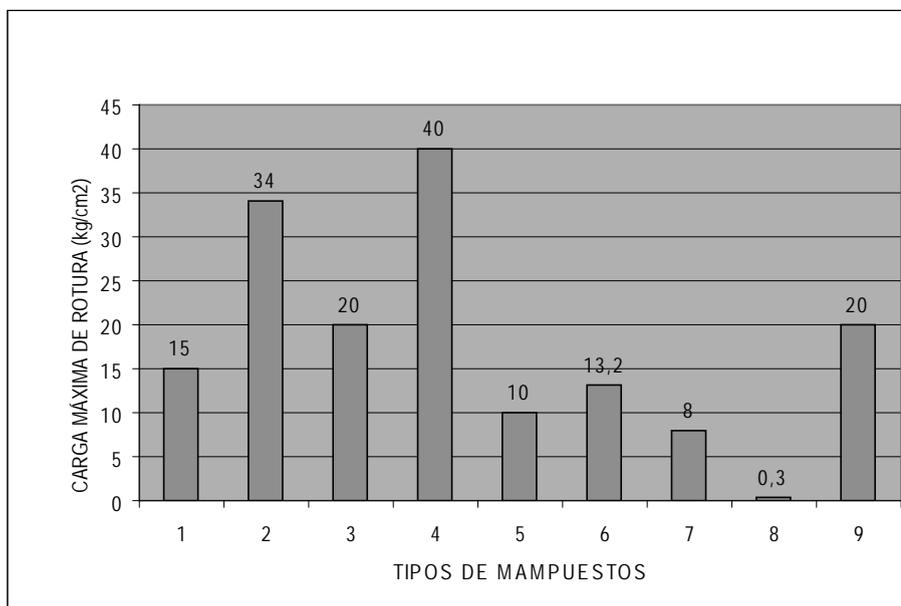
1. Mampostería de ladrillos comunes de tierra.
2. Mampostería de ladrillos cerámicos huecos.
3. Mampostería de bloques de hormigón livianos.
4. Mampostería de ladrillos de PET.
5. Mampostería de ladrillos de LDPE.

Nota: todos los cerramientos están revocados con mortero común ambos paramentos.

Fuente de los datos: Todos los valores fueron obtenidos en ensayos realizados en el INTI de Capital Federal y están basados en Norma IRAM.

La tabla es una elaboración de la autora.

TABLA 8.
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE MAMPUESTOS.



Referencias:

1. Ladrillos y bloques cerámicos no portantes.
2. Ladrillos y bloques cerámicos portantes.
3. Bloques de hormigón no portantes.
4. Bloques de hormigón portantes.
5. Bloques con PET reciclado.
6. Ladrillos con LDPE reciclado.
7. Ladrillos con plásticos varios reciclados.
8. Ladrillos con PS reciclado.

9. Ladrillos con PET reciclado.

Fuente de los datos: Valores desde 1 a 4 son datos proporcionados por INTI basados en Norma IRAM. Los valores correspondientes a los mampuestos 5, 6, 7, 8 y 9 fueron obtenidos en ensayos realizados en la Universidad Nacional de Córdoba y en el INTI.

La tabla es una elaboración de la autora.

TABLA 9.
ENSAYOS DE RESISTENCIA MECÁNICA EN PLACAS.

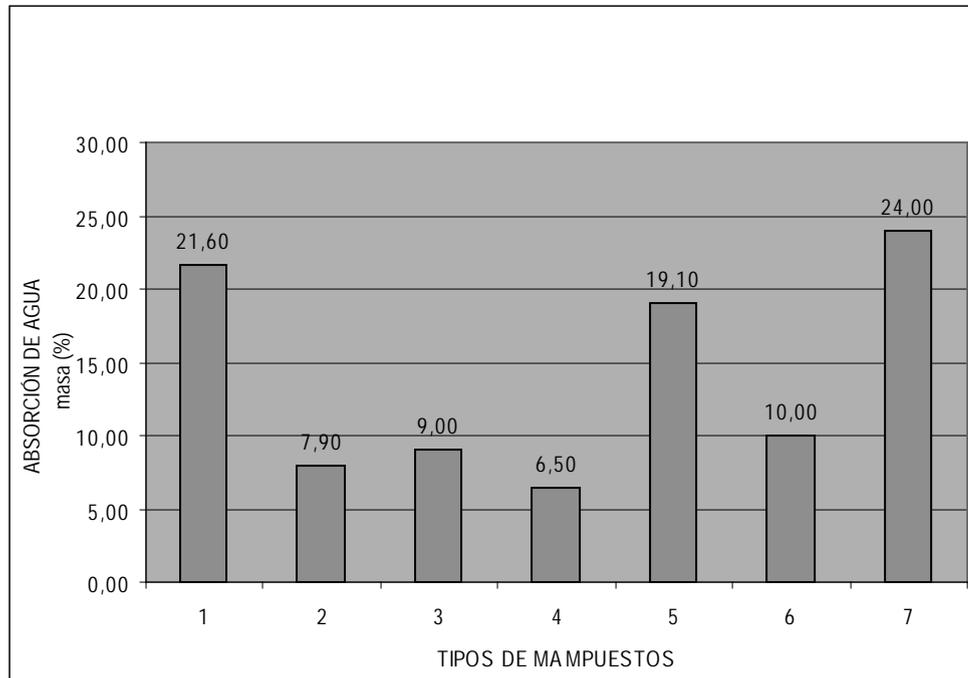
Nombre	Caracterización	Dimensiones				Resistencia a la compresión axial ³ (kg)	Resistencia a la flexión ⁴ (kg)	Resistencia al choque duro ⁵ (mm)	Peso (kg)
		largo	ancho	esp.1 ¹ (cm)	esp. 2 ²				
1	placa de ladrillos fabricados con LDPE reciclado	240	28	7,5	6	7600,0	141,7	18,0	44,4
2	placa de ladrillos fabricados con PS reciclado	240	28	7,5	6	3300,0	86,0	43,0	44,4
3	placa de ladrillos fab. con plásticos varios sin trat.	240	28,5	7,5	5	6600,0	103,0	27,0	45,5
4	placa de bovedillas con plásticos varios con trat.	240	43	6	2,5	8400,0	113,0	27,0	42,0
5	placa de ladrillos fab. con plásticos varios y arena gr.	240	44	7,5	5	1850,0	258,1	42,6,0	38,0
6	placa monolítica fabricada con PET reciclado	240	41	5,6	3	2040,0	91,7	28,0	37,0
7	placa de ladrillos fabricados con PET reciclado	240	28	5,6	4,8	3468,0	147,5	29,0	45,21
8	placa de ladrillos tradicional es de tierra cocida	240	28	5,5	4,9	3465,0	166,0	24,0	65,0

Referencias:

1. Esp.1: Espesor total de la placa, con recubrimiento de "barrido cementicio".
2. Esp. 2: Espesor del ladrillo solamente.
3. Carga máxima de rotura.
4. Carga máxima de rotura.
5. Diámetro de la impronta arrojando la esfera de acero desde la altura máxima de ensayo: 2 m.

Nota: En la placa 3 no se realizó el tratamiento de calentar los plásticos para aumentar la resistencia mecánica, y en la placa 4 sí.
Fuente de los datos: Todos los ensayos fueron realizados en la Universidad Nacional de Córdoba y están basados en Norma IRAM.
La tabla es una elaboración de la autora.

TABLA 10. ABSORCIÓN DE AGUA EN MAMPUESTOS.

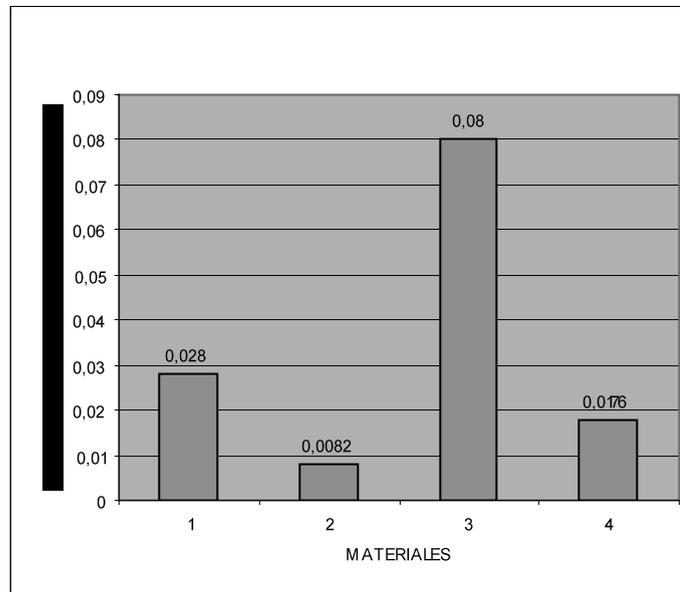


Referencias:

1. Ladrillo común de tierra.
2. Bloque común de hormigón (de cemento y arena) no portante.
3. Bloque con PET reciclado.
4. Ladrillo con LDPE reciclado.
5. Ladrillo con PET reciclado.
6. Ladrillo con PS reciclado.
7. Ladrillo con plásticos varios reciclados.

Fuente de los datos: Todos los valores fueron obtenidos en la Universidad Nacional de Córdoba y están basados en Norma IRAM. La tabla es una elaboración de la autora.

TABLA 11. PERMEABILIDAD AL VAPOR DE AGUA DE MATERIALES.



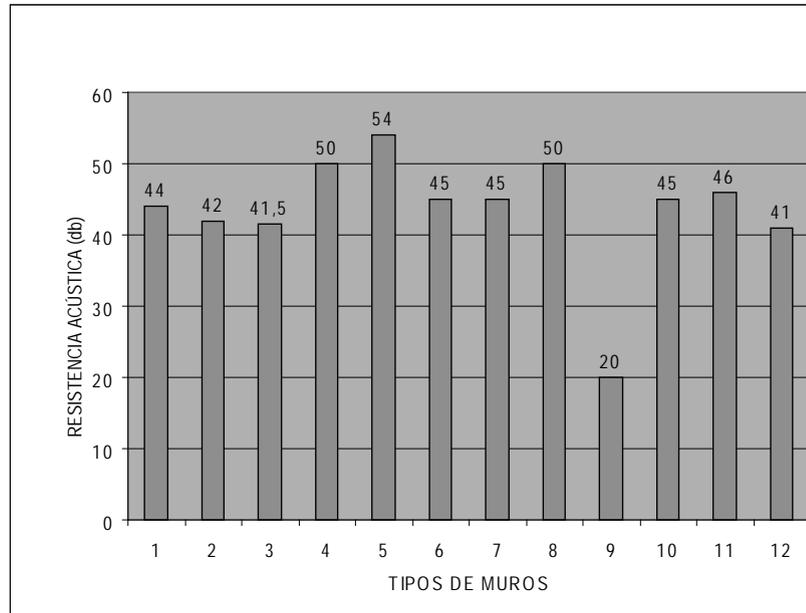
Referencias:

1. Hormigón con agregado pétreo (2400 kg/m³).
2. Material cerámico procedente de ladrillos huecos.
3. Material cerámico procedente de ladrillos macizos.
4. Material procedente de ladrillos con PET.

Fuente de los datos: Todos los valores fueron obtenidos en ensayos realizados en el INTI de Capital Federal y están basados en Norma IRAM.

La tabla es una elaboración de la autora.

TABLA 12. RESISTENCIA ACÚSTICA EN MUROS.



Referencias:

1. Ladrillo cerámico de 18 cm. ambas caras revocadas.
2. Ladrillo cerámico hueco de 12 cm. ambas caras revocadas.
3. Ladrillo cerámico hueco de 8 cm. ambas caras revocadas.
4. Ladrillo común de 12 cm. ambas caras revocadas.
5. Ladrillo común de 27 cm., ambas caras revocadas.
6. Ladrillo común de 12 cm., sin revocar.
7. Hormigón armado premoldeado de 10 cm. con revoque.
8. Hormigón armado sin juntas.
9. Ladrillo con PET reciclado de 12 cm. sin revocar.
10. Ladrillo con PET reciclado de 12 cm. revocado del lado emisor.
11. Ladrillo con PET reciclado de 12 cm. revocado del lado receptor.

12. Ladrillo con PET reciclado de 12 cm. revocado de los dos lados.

Fuente de los datos: Los valores de 1 a 8 fueron tomados de la Norma IRAM 4044. Los valores de los ensayos de 9 a 12 fueron obtenidos en el Centro de Investigaciones Acústicas y Luminotécnicas de la Universidad Nacional de Córdoba - CIAL.

La tabla es una elaboración de la autora.

Bibliografía

- CUÁNTO** tiempo tarda la naturaleza en transformar... En: Publicación digital del Programa México Limpio. Ciudad de México. Septiembre del 2004. p. 2.
- GILMAN, Robert.** A call for a sustainable community solution. En: Internacional Competition, UIA, Chicago, EE.UU. 1993, p. 12.
- PLÁSTICOS.** El 70% del reciclado es informal. En: Diario La Voz del Interior. Córdoba, Argentina. 1 de octubre de 2005, p. 5E.
- RECICLAR** plásticos es tan fácil como decir 1, 2, 3. En: Publicación del Departamento de Conservación Ambiental del Estado de Nueva York. Nueva York, EE.UU. 2004, p. 4.
- SUTLZ, Ronald.** Appropriate Buiding Materials. Ed. SKAT Publications, St. Gallen, Suiza. 2004.

Agradecimientos

- * A todo el personal del CEVE que participó en esta investigación, en particular al director del equipo: Arq. Horacio Berretta, a la investigadora Arq. Mariana Gatani y al Dr. en Química Dr. Ricardo Argüello.
- * Al Laboratorio de Ensayos del Departamento Estructuras de la Universidad Nacional de Córdoba, en donde se realizaron numerosos ensayos; en particular al Director del Departamento Estructuras: Ing. Gerald Pirard, y a la Jefe del Laboratorio de Ensayos: Ing. Patricia Irico.
- * A la Agencia Córdoba Ambiente por la donación de los envases de PET utilizados en esta investigación.
- * A la empresa Converflex – Arcor por la donación de las láminas de plásticos diversos para embalaje utilizadas en esta investigación.