Un Material no Tradicional Usado de Manera Tradicional

María Rosa Sánchez de Colacelli y Angel Marcelo Costilla

La tecnología que se está estudiando, utiliza materiales no tradicionales (que incorporan elementos reciclados de residuos sólidos urbanos) en forma tradicional (para constituir ladrillos, bloques o paneles). Se justifica suficientemente una investigación conducente a reutilizar y reciclar el poliestireno expandido (EPS) proveniente de embalajes de artículos del hogar y oficina. Se diseñó una máquina simple, para reducir los trozos de EPS desechados, a un tamaño adecuado. Se prepararon morteros y hormigones con diferentes dosificaciones. Se hicieron los ensayos correspondientes en el Laboratorio de Ensayos de Materiales Estructurales (LEME) de la Facultad de Arquitectura y Urbanismo (FAU) de la Universidad Nacional de Tucumán (UNT).
Se determinaron algunas características interesantes: los morteros resultaron de menor peso específico que los materiales tradicionales; al disminuir la proporción de EPS, que reemplaza el agregado normal en los morteros y hormigones, aumenta el peso y la resistencia de la mezcla en análisis. Se están diseñando mampuestos y paneles de mejores características técnicas que los tradicionales en cuanto a peso y conductividad térmica. Su resistencia mecánica es suficiente para definir paramentos de cerramiento de viviendas. Su capacidad de absorción de agua es similar a la de otros materiales.

Palabras claves: Reciclado – Residuos – Poliestireno - Elemento constructivo

A non - conventional material used in traditional way

The technological innovations under study, relative to construction materials were oriented to the use of conventional materials in non-traditional ways. We do research on the use of non conventional materials (recycling of urban solid residues of very slow degradation) in traditional ways (bricks, blocks or panels). These research is centered on the recovery and recycling of expanded polystyrene (EPS) from packing. From the statistical information available for our country, on the amount and composition of the urban solid residues (USR), we have determined that it is worth investigating recycling and reusing EPS residues from the packing of home and office articles. A simple machine was designed, to reduce the pieces of EPS residues to a reasonable size, for them to be easily inncorporated in construction materials. Mixtures with different dosages were prepared and tested by the Laboratory of Materials Research. (LEME) – FAU-UNT.
The tested mixtures turned out to have a lower specific weight than the traditional ones. The compression resistance has correspondence with the values of unitary weight and the relation of cement/EPS: the mixture increase to a smaller amount of EPS in replacement of the normal component, the weight and resistance. We are designing bricks and panels of better characteristics than traditional ones, as far as weight and thermal conductivity as concerned. Their mechanical resistance is enough for them to be used like panels. The water absorption is similar in both. It is possible to say that the new material, wich contains recycled EPS, is a suitable substitute for common stony concrete when it comes to making panels. The obtained constructive elements have low specific weight, enough resistance, excellent thermal isolation, good adhesion with traditional coatings, low cost and very good ecological qualities.

1.Introducción

A lo largo de la historia y hasta no hace tantos años, las innovaciones tecnológicas en materiales de construcción estaban orientadas al empleo de materiales tradicionales de manera no tradicional:

- Placa Beno (CEVE): ladrillos comunes de tierra cocida para constituir placas premoldeadas.
- Sistema MAS: bloques de hormigón rellenados con suelo-cemento.
- Sistema Ferrocemento: placas de poliestireno expandido, combinadas con una malla de acero y mortero.

Con la nueva tecnología que se presenta en este trabajo se invierte ese concepto, puesto que ésta utiliza **materiales no tradicionales** (residuos sólidos urbanos de degradación muy lenta, reciclados) **en forma tradicional** (para fabricar ladrillos, bloques o paneles, que se utilizarán para levantar mamposterías). Específicamente, la investigación se centró en la recuperación y reciclado del poliestireno expandido de embalaje, incorporándolo a morteros y hormigones. Pone en manos del mismo autoconstructor, la fabricación de los mampuestos y las placas que utilizará para levantar su vivienda. Se trata de una tecnología "limpiadora", fácilmente "apropiable", con la que es posible encarar auto-construcción, generando nuevas fuentes de trabajo.

La crisis económica de estos últimos años agravó aún más la precariedad de los grupos humanos de menores recursos, El "cirujeo" se convirtió, en nuestra provincia, en el único modo de separación y selección de residuos que existe. De acuerdo a investigaciones oficiales, hace 4 años se contabilizaban aproximadamente 3.270 familias ligadas a esa práctica en el vertedero de Los Vázquez, las que residen en las inmediaciones del vertedero.

Por otro lado, las cifras oficiales de postulantes a viviendas del Instituto Provincial de la Vivienda y Desarrollo Urbano (IPVDU) ascendía a 23.000 inscriptos a fines de 2000, luego de la crisis económica de fines de 2001 el número fue creciendo hasta triplicarse.

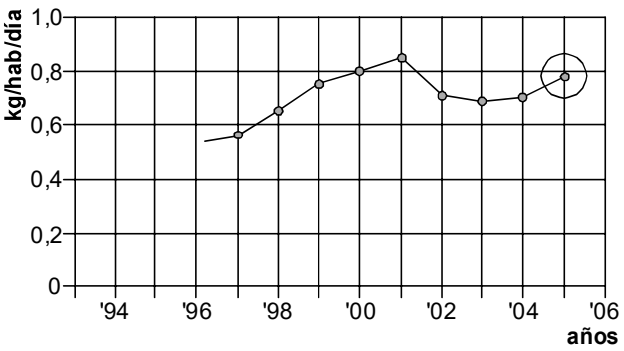
Fue así que el equipo de investigación se abocó a la búsqueda de un sistema constructivo que abordara ambos aspectos: ser una alternativa válida para paliar el déficit de vivienda y contribuir a reducir el volumen de residuos sólidos urbanos de degradación muy lenta (RSUDL), mejorando la calidad de vida de los destinatarios a través de:

- La formación de grupos de trabajo de autoconstrucción por ayuda mutua.
- La educación técnica de los grupos socioeconómicos más desfavorecidos.
- La creación de conciencia ecológica.

2.Materiales y métodos

Composición de la basura

Cada habitante de San Miguel de Tucumán produce, diariamente, un promedio de 0,7kg de basura, valor similar al de otras ciudades latinoamericanas, como Bs As, La Habana y Sgo. de Chile.



Producción de RSU / día / hab. (Fuente: GEO Tucumán 04 / 05)

Al no existir datos para S. M. de Tucumán sobre la caracterización de los residuos, se estimaron los porcentajes de composición en base a la cantidad ingresada al vertedero y a lo manifestado por las personas que se dedican a seleccionar y comercializar lo recuperado.

COMPONENTES	1995(%)	2004(%)
Plásticos	16,5	12,3

Composición de los RSU (Vertedero Los Vázquez) Fuente: GEO

El total bruto de Residuos Sólidos Urbanos (RSU) producido en el Gran San Miguel de Tucumán (GSMT), por día, está alrededor de 350 y 400 tn, lo que hace un ***total anual de aproximadamente 144.000 tn, para el año 2004.*** De esos valores se desprende que se puede estimar, como valor correspondiente al ***desagregado plásticos (12,3% del total), una cantidad equivalente a 17.700 Tn para el año 2004***.

Considerando que la composición de la basura que se produce en el GSMT es similar a la de la ciudad de Buenos Aires, es posible establecer la incidencia del poliestireno en el total de plásticos desechados.

COMPONENTES DE LOS RSU	%
Plásticos	**13,75**

DESAGREGADO DEL RUBRO	%
Polietileno tereftalato (PET)	20,15
Polietileno Alta Densidad (PEAD)	24,95
Policloruro de Vinilo (PVC)	2,91
Polietileno Baja Densidad (PEBD)	33,96
Polipropileno (PP)	10,18
Poliestireno (PS)	3,42
Otros	4,43

Composición Física de los RSU para la ciudad de Bs As

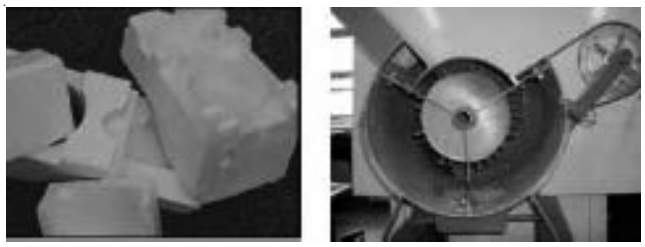
Es así que se puede aproximar que en la composición de los RSU del GSM se encontraron, en el año 2004, alrededor de ***605 tn de poliestireno (3,42% del total de plásticos)***. Una porción de esa cantidad corresponde al ***poliestireno expandido,*** que es el residuo sólido cuya incorporación a materiales de construcción decidió investigar este grupo de trabajo.

Poliestireno Expandido (EPS)
Participación anual en los RSU del GSMT

El poliestireno expandido (EPS) es un material plástico espumado, derivado del poliestireno, utilizado en el sector de envases y como aislante térmico. En construcción constituye un agregado ideal para la elaboración de morteros y hormigones. Su densidad varía entre los 10 y 25 kg/m³ y su conductividad térmica entre 0,06 y 0,03 W/ mºC.
Al no existir datos sobre la participación del poliestireno expandido en el total de la basura del GSMT, ***asumimos que sólo un 10% de ese total corresponde al material que nos ocupa. En ese caso estaríamos disponiendo de aproximadamente 60 tn/año de residuo*** para reciclar. Considerando que su peso específico promedio oscila en los 17 kg/m^3, ***se dispondría de aproximadamente 3530m^3,*** cifra que permite suponer que esta propuesta es materialmente viable.

El material a reciclar. Preparación

Una vez recuperados los embalajes desechados, ya sea en el vaciadero o por recolección, es necesario triturar los trozos de EPS hasta obtener trocitos o "chips" de un tamaño acorde a las necesidades de las mezclas a las que se los va a incorporar como agregado. El proceso de trituración puede hacerse de manera industrial o manual. En este caso, que se está trabajando para dar solución al sector más desprotegido de la sociedad, a los efectos de no agregarles un costo, se diseñó una pequeña máquina, de manejo manual, extremadamente simple y accesible.
Esta máquina permite controlar el tamaño de los "chips" modificando la presión sobre el trozo de EPS y la velocidad que se imprime al rodillo dentado de la "chipeadora".



EPS de embalaje y "chipeadora"

Se clasificaron los "chips", según los tamaños resultantes, en 2 grupos, con los que se prepararon las muestras para ser analizadas en el laboratorio:
• morteros, que son aquellas mezclas que incorporan chips de un tamaño no mayor a los 8 mm y
• hormigones, que son aquellas mezclas en cuya composición se incorporaron "chips" de hasta 3 cm.

Ensayos de laboratorio

Se prepararon probetas prismáticas y cilíndricas, con morteros y hormigones de diferentes dosificaciones, y se ensayaron en el Laboratorio de Ensayos de Materiales Estructurales de la FAU (LEMME), enmarcándose en la normativa correspondiente.



Preparación de probetas

Se obtuvieron resultados cuantitativos de los siguientes ítems: pesos unitarios, resistencia media a la compresión, deformación por aplastamiento y valoraciones cualitativas acerca de:
- en estado fresco, facilidad y tiempo de mezclado y aspecto de la mezcla
-en estado endurecido, textura, estructura y cohesión.
El procedimiento seguido fue el siguiente: en las mezclas de morteros, se reemplazó parcial y totalmente el agregado normal, por copos de poliestireno expandido.

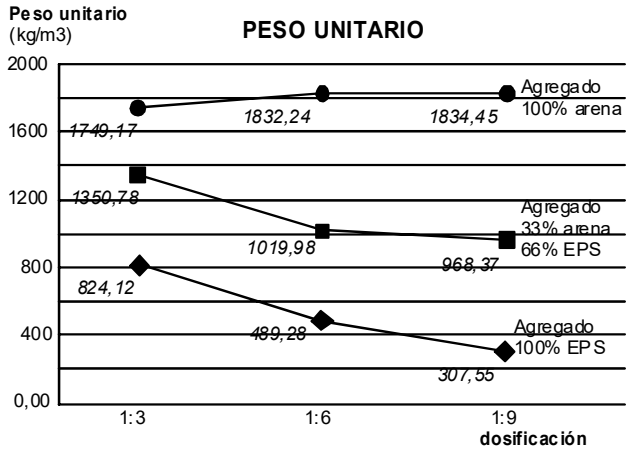
En las destinadas a hormigones se utilizó únicamente EPS, fino y grueso, en reemplazo de los agregados normales.
Se adoptó el siguiente procedimiento:
• Humectación del agregado EPS durante las 24 horas previas, con registro de los pesos antes y después del proceso.
• Preparación de la pasta cementicia con el 80% de agua total requerida, el resto lo aporta la humectación previa.
• Operación de mezclado en forma manual. El orden de incorporación fue agua-cemento-agregado-agua.
• El llenado de los moldes se efectuó en una sola capa en el caso de los morteros y en dos para los hormigones.

3.Análisis de resultados

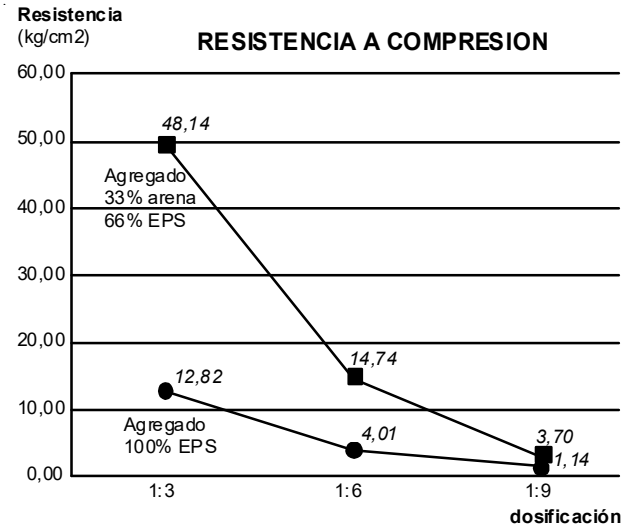
Se modificó la composición normal de los morteros con el agregado de EPS, en las siguientes proporciones:
- 0% arena – 100% EPS
- 33% arena – 66% EPS
- 100% arena – 0% EPS

Las dosificaciones de los morteros preparados para ser ensayados a compresión simple, hasta rotura, fueron:
Serie **I**: 1:3 - Serie **II**: 1:6 - Serie **III**: 1:9
Se dosificaron mezclas con agregados finos y gruesos de EPS.

Peso unitario (kg/m³)
Los resultados obtenidos verifican la hipótesis de partida referida a la reducción del peso unitario de las mezclas elaboradas con EPS como agregado.
Se observa que el reemplazo del agregado normal por EPS, a partir de un 60% aproximadamente, permite obtener mezclas livianas inferiores a los 1000Kg/m³.
La sustitución total del agregado normal permite la máxima reducción de peso, pero la pérdida de trabajabilidad es notable, con la separación de la pasta de los gránulos de EPS.



Resistencia a compresión
La resistencia a la compresión tiene correspondencia con los valores de peso unitario y las dosificaciones cemento-agregado: a menor cantidad de EPS, en reemplazo del agregado normal, aumenta el peso y la resistencia. Cuando el reemplazo supera el 60%, las pérdidas de resistencia son significativas.



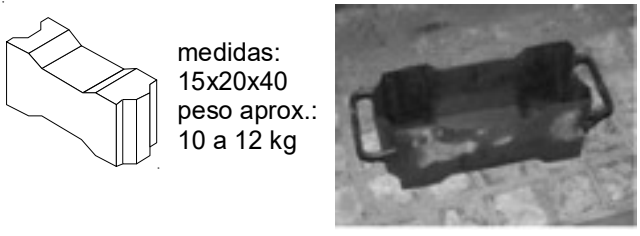
Las mezclas con proporciones superiores a 1:6 tienen poca adherencia, siendo esta prácticamente despreciable cuando se sustituye completamente el agregado normal, y en mayor medida aún si se aumenta el agua de amasado.

Características de los elementos
Peso: resultan más livianos por el bajo peso específico de la materia prima.
Conductividad térmica: son malos conductores del calor, por lo que proveen una excelente aislación térmica.
Resistencia mecánica: tienen una resistencia menor a la de otros elementos constructivos tradicionales, pero suficiente para ser utilizados como cerramientos de viviendas.
Absorción de agua: tienen una absorción de agua similar a la de otros cerramientos tradicionales, dependiendo la misma de su dosificación.
Aptitud para el clavado y aserrado: son fáciles de clavar y aserrar, por lo que tienen aptitud para constituir sistemas constructivos no modulares.
Adherencia de revoques: poseen buena aptitud para recibir revoques con morteros convencionales, por su gran

rugosidad superficial.
Costo: son económicos porque:
• Gran parte de la materia prima es un residuo.
• La técnica de fabricación es muy simple, fácilmente reproducible por personal no especializado.
• Por su buena aislación térmica se puede utilizar un menor espesor de cerramiento que en uno tradicional.
• No es necesaria una infraestructura de gran envergadura para producir el material.
• En el caso de las placas, se fabrican en taller, pueden ser manipuladas por dos operarios, y permiten un montaje de la obra rápido. Se ahorra también en cantidad de material de unión entre elementos. Por su liviandad, se ahorra en transporte y en cimientos.
• Hay un "ahorro a largo plazo" por la reducción de la contaminación del medio ambiente, mediante el reciclado de materiales de descarte.

Elementos constructivos en etapa de desarrollo
Los resultados, obtenidos en los ensayos de laboratorio, permiten identificar la dosificación más adecuada para la fabricación de elementos constructivos.
Está en desarrollo el diseño de dos componentes modulares básicos: bloque y panel. Con respecto al primero de los componentes, se comenzó por analizar el proceso de fabricación de un bloque de las mismas dimensiones nominales del bloque de hormigón tradicional, de 15cm de espesor, tamaño ampliamente aceptado en el medio. Para el diseño del panel se considera como limitante su peso propio, es decir, es condición básica que puedan manipularlo entre 2 personas. También es necesario considerar las dimensiones de locales habitables más comunes, debiendo tener dimensiones tales que sean submódulo de esos locales.
Para ambos elementos se busca una configuración formal, de entrantes y salientes, que permita el intertrabado entre piezas, tanto en horizontal como en vertical, a los efectos de disminuir el mortero de asiento y conseguir mayor estabilidad en el cerramiento.

El bloque
Una vez definido el prototipo a desarrollar se confeccionó el molde y se realizaron las primeras pruebas.

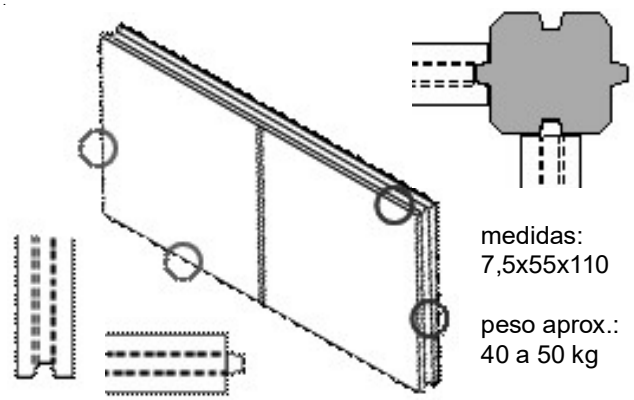


Bloque: dimensiones y encastres

Se determinó la conveniencia de trabajar con granulometrías finas, a efectos de lograr superficies adecuadas para aplicar terminaciones o pinturas. También son convenientes para concretar paredes más delgadas, en el caso de conseguir buenos resultados con la incorporación de huecos cilíndricos en los bloques. Esta posibilidad se está evaluando, en la búsqueda de reducir peso y cantidad de material.

El panel

El diseño del panel aun está en la etapa de su configuración externa. Se está proyectando un panel rectangular, de proporciones 1:2, a los efectos de poder ser colocado tanto en posición horizontal como vertical, a los efectos de evitar juntas horizontales y verticales continuas, con 1 solo elemento modular.



Panel: dimensiones y encastres
Para lograr uniformidad visual en los cerramientos, concretados con los paneles en diferentes posiciones, éstos llevarían un rehundido central, dividiendo la superficie en 2 módulos cuadrados.
La armadura sería una malla de acero estándar.

4.Conclusiones

Se puede decir que el material EPS reciclado (en este caso, material de embalaje) es un reemplazante adecuado de los agregados pétreos de hormigones comunes, cuando se trata de fabricar elementos de cerramiento, debido a que los elementos constructivos obtenidos tienen un bajo peso específico, suficiente resistencia, excelente aislación térmica, buena adherencia con revoques tradicionales, bajo costo y cualidades ecológicas.

• El EPS es reciclado mediante un proceso muy simple y barato pues no necesita estar limpio, puede contener tierra, arenillas, etc. sin afectar por ello sus buenas pro-