

TECNOLOGÍAS DE RECICLADO DE DESCARTES INDUSTRIALES

– PID 25 NO01 –

Nancy E. Quaranta*, **Marta G. Caligaris**, **Hugo A. López** y **Miguel A. Unsen**

Centro DEYTEMA (Desarrollo y Tecnología de Materiales)
Facultad Regional San Nicolás. UTN.

M. Fernanda Carrasco, **Rubén M. Grether**, **Marcelo Avendaño** y **Héctor L. Saus**

Centro CECOVI (Centro de Investigación y Desarrollo para la Construcción y la Vivienda)
Facultad Regional Santa Fe. UTN.

* Investigador Independiente CIC. Director del proyecto.

RESUMEN

La generación de residuos industriales se ha incrementado en los últimos años en relación directa con los niveles de riqueza y de avance de la tecnología de producción. A esta situación han colaborado varios factores entre los que fundamentalmente se pueden destacar el aumento del consumo, la obsolescencia, la mayor productividad y la facilidad y bajo costo de los vertederos.

Se han propuesto y se han aplicado numerosos cambios en los procesos productivos con las denominadas tecnologías limpias y de minimización, que tienden por un lado a reducir en origen la generación de residuos, y por el otro a reutilizarlos transformándolos en subproductos de otras industrias. La valorización de éstos es precisamente la clave para lograr que se de un vuelco a esta situación interesando al sector industrial guiado por motivos de productividad, y al sector científico en su espíritu investigador.

La industria de la construcción civil y las auxiliares de la construcción pueden constituir verdaderos receptores de residuos y subproductos, que al manejar grandes volúmenes de materiales, pueden incluir en sus composiciones importantes porcentajes de descartes.

La necesidad de adoptar políticas medioambientales en este sentido tiene el consenso social y político necesario, pero se debe contar además con conocimientos técnicos sólidos para afrontar estos graves problemas que el desarrollo económico “acumula” sin resolver. El continuar enterrando o acumulando a cielo abierto los residuos no debe convertirse en una herencia para las futuras generaciones, se vuelve necesario lograr un desarrollo sostenible en el tiempo.

El objetivo general de este proyecto, que se realiza en forma conjunta entre los Centros CECOVI (FRSF) y DEYTEMA (FRSN) y con la participación en algunas de las temáticas de investigadores de la FRLP, es estudiar la factibilidad de uso de “residuos industriales inertes y no especiales” para su aprovechamiento en la industria de la construcción.

INTRODUCCIÓN

En los últimos años, se han realizado numerosas investigaciones empleando diferentes técnicas de tratamientos de residuos, con el objetivo de reducir el impacto que los mismos ocasionan en el entorno. Los materiales de descarte evaluados para obtener nuevos productos son entre otros vidrio de rezago, aisladores de porcelana eléctrica, cenizas originadas por la quema de carbón, residuos del proceso de

obtención del cobre, neumáticos en desuso, lodos de los hornos de acería, desechos de procesos de biomasa, refractarios descartados, etc.

El desecho de vidrio no agrede en realidad al ambiente, ya que las materias primas con las que éstos se fabrican se utilizan en la misma proporción en la que se encuentran en la corteza terrestre. El vidrio de rezago ha sido utilizado como componente principal para la obtención de materiales cerámicos, a través de la formulación de distintas mezclas con diferentes materias primas típicas en la producción de cerámicos, como por ejemplo mezclados con bentonita, silimanita y alúmina.

Los aisladores cerámicos utilizados por las empresas eléctricas, luego de su vida útil, producen serios problemas de contaminación volumétrica. Los polvos obtenidos a partir de estos materiales están constituidos fundamentalmente por mullita, fase estable del sistema sílice-alúmina y principal componente de los cerámicos silicoaluminosos.

Las cenizas volantes (CV) y sedimentadas (CS) son un subproducto común en las empresas generadoras de energía eléctrica debido a la quema de carbón. Actualmente se utiliza una parte de las mismas en la industria del cemento y como relleno de suelos.

Materiales de descarte también se generan durante el proceso de extracción de minerales como carbón, cobre, etc., donde se presenta un gran desaprovechamiento de materiales con contenidos importantes de alúmina y sílice. Es factible utilizar estos desechos industriales como una fuente de materia prima de bajo costo en la industria cerámica.

El grupo de trabajo ha venido desarrollando intensivamente investigaciones sobre estas temáticas, lo que permite tener un conocimiento profundo de los procesos involucrados y de las técnicas de caracterización necesarias para establecer la factibilidad de uso de los productos obtenidos [1-8]. Este proyecto surge del interés de los investigadores, y por la iniciativa de industrias que intentan aprovechar sus descartes para transformarlos en productos útiles, minimizando el impacto que la acumulación de los mismos produce sobre el medio ambiente.

Algunos de los descartes a estudiar son: cenizas originadas en la combustión de diversos materiales tales como carbón, biomasa, gas natural, etc., lodos de acería y alto horno originados en los distintos procesos de una industria siderúrgica, catalizadores agotados originados por el recambio de las columnas catalíticas y residuos de la explotación de carbón mineral de Río Turbio.

Este proyecto tiene como objetivos generales:

- ✓ Contribuir a las investigaciones sobre la temática ambiental y a su difusión en el medio.
- ✓ Determinar la influencia en la contaminación ambiental de diferentes actividades industriales.
- ✓ Generar utilidad para los desechos industriales.
- ✓ Colaborar con las industrias de la zona en la solución de problemas asociados al acopio de materiales de descarte.
- ✓ Formar recursos humanos capacitados en estas temáticas para realizar tareas de investigación científica.

- ✓ Transferir por distintos medios, los conocimientos y los resultados alcanzados.
- ✓ Evaluar la posibilidad de generación de puestos de trabajo a partir de la industria del reciclado.
- ✓ Posibilitar el desarrollo de emprendimientos productivos a partir de la utilización de los residuos permitiendo la diversificación de la economía de las regiones involucradas.
- ✓ Optimizar la relación Universidad-Comunidad-Empresa.

y como objetivos específicos de las distintas etapas de estos estudios:

- ✓ Caracterización de los residuos.
- ✓ Diseño de las mezclas.
- ✓ Determinación de las condiciones de los procesos de conformado y prensado.
- ✓ Determinación de temperaturas de sinterización.
- ✓ Caracterización de los productos obtenidos.
- ✓ Evaluación de la aptitud de los productos obtenidos.

METODOLOGÍA

En virtud de la variedad de parámetros que influyen sobre el proceso de obtención de mampuestos a partir de residuos, la metodología de trabajo se orientará al cumplimiento gradual de los objetivos específicos planteados y en función de los cuales se establecen las etapas de trabajo.

En cada una de estas etapas se determinarán las características del proceso que tiendan a lograr una mayor eficiencia, desde el punto de vista técnico, ambiental y económico.

Los descartes utilizados como materia prima se analizarán con técnicas tales como: distribución de tamaño de partículas, diseño de mezclas, composición química y morfología, comportamiento térmico (secado, sinterización, etc.), compatibilidad con otros materiales de mezclado, análisis estructural, etc.

Las propiedades de los materiales conformados en verde y sinterizados se estudiarán desde el punto de vista mecánico y estructural.

Vista la complejidad y el tiempo que requieren los ensayos, se adoptará como primer criterio de evaluación el análisis de parámetros cruciales en los materiales utilizados en la industria de la construcción, esto es densidad y resistencia a la compresión. Luego, con aquellas mezclas que se aproximen al comportamiento buscado se practicarán los restantes ensayos de caracterización.

Se evaluará la factibilidad de producción de materiales útiles que cumplan con las exigencias de la norma IRAM 12566: 1993 "Ladrillos y bloques cerámicos para la construcción de tabiques y muros" a fin de posibilitar su aplicación en la construcción de muros portantes.

Se realizará la caracterización de materias primas y productos con las técnicas y ensayos habituales en este tipo de estudios: difracción de rayos X, microscopías óptica y electrónica, análisis químico por EDAX, microdureza Vickers, porosidad y densidad, comportamiento dilatométrico, resistencia a la compresión, succión

capilar, adherencia con mezclas de asiento y de revestimiento, aparición de eflorescencias, conductividad térmica, entre otras.

Una vez obtenido un comportamiento satisfactorio a escala de laboratorio, se evaluará la producción de los mampuestos a escala piloto, ajustando los parámetros del proceso y evaluando la performance de los elementos producidos.

CONTRIBUCIÓN AL AVANCE CIENTÍFICO

Desde el punto de vista del avance del conocimiento científico-tecnológico, los resultados del proyecto contribuirían a la mejora del nivel tecnológico actual en el área específica de la valorización de residuos de procesos industriales y mineros.

Asimismo, el conocimiento acabado de las características de estos residuos, contribuirá al desarrollo de procesos orientados a la resolución de los problemas ambientales ocasionados durante las etapas productivas, contribuyendo por otra parte a la generación de nuevos emprendimientos con una fuerte base tecnológica.

En el marco del PROCQMA, "Proyecto de reciclados de residuos para las obras civiles desde la química los materiales y el medio ambiente", se considera la contribución al cumplimiento de diversos objetivos planteados tales como: conformación de una base de datos que agrupe información de carácter regional estableciendo cabezas nodales de referencia en las Regionales de la UTN participantes, conformación de un relevamiento regional de generadores, gestores, empresas del sector privado y grupos de desarrollo que estén involucrados en la temática, promoción de la vinculación y la transferencia tecnológica con el sector productivo nacional y regional con el objeto de dar solución al tratamiento de los residuos generados por él, generación de una sistemática de tratamiento para el uso de los RP (residuos de proceso) mediante una metodología común considerada como procedimiento troncal para arribar al tratamiento del tema, etc.

CONTRIBUCIÓN A LA FORMACIÓN DE RECURSOS HUMANOS

El desarrollo del proyecto implica la contribución a la formación de recursos humanos en distintos niveles:

- ✓ Formación de docentes-investigadores que forman parte del equipo de trabajo y que integran en forma estable los Centros CECOVI y DEYTEMA.
- ✓ Formación de estudiantes becarios de la carrera de Ingeniería Civil, Ingeniería Mecánica e Ingeniería Industrial de las Facultades Regionales involucradas en el proyecto.
- ✓ Consolidación de los Centros como instituciones dedicadas a la investigación y desarrollo de tecnologías transferibles.
- ✓ Intercambio de conocimientos y experiencias entre integrantes de los Centros involucrados en el proyecto, habida cuenta de la diversidad de las temáticas tratadas.

CONTRIBUCIÓN AL DESARROLLO SOCIO-ECONÓMICO

El presente proyecto contribuye al desarrollo socio-económico de las regiones involucradas a través del mejoramiento de las condiciones ambientales, la valorización de sus residuos y una posibilidad importante de transferencia de los resultados con alta probabilidad de generación de emprendimientos y consiguientes puestos de trabajo genuinos.

El desarrollo de emprendimientos productivos a partir de la utilización de estos residuos tendría como corolario la diversificación de la economía de la región, la valorización de los residuos y su aplicación directa en la región de producción, sin necesidad de incrementos de costos debidos al transporte hacia otras regiones.

Otro impacto importante desde el punto de vista de la industria que produce el residuo es la posibilidad de tratar como subproductos, materiales que por sus características son considerados residuos de proceso, con el consiguiente beneficio económico que tal situación implica.

TRANSFERENCIA DE LOS RESULTADOS

La adecuada transferencia de los resultados obtenidos en el medio regional se vería facilitada ya que las unidades operativas CECOVI, dependiente de la UTN FRSF, y DEYTEMA, dependiente de la UTN FRSN, cuentan con la infraestructura y operatividad necesarias, ya sea en el ámbito académico (actividades de docencia de grado y postgrado) como en el ámbito de la industria de la construcción (actividades de asesoramiento técnico y servicios a terceros).

En el aspecto académico se señala que integrantes de los equipos de trabajo se desempeñan en cátedras relacionadas con estas temáticas, tales como Tecnología de los Materiales y Tecnología del Hormigón de la carrera de Ingeniería Civil de la FRSF-UTN, y Química Aplicada e Ingeniería Ambiental, de la carrera de Ingeniería Mecánica e Ingeniería Industrial de la FRSN-UTN.

En el aspecto de transferencia directa al medio productivo mediante vinculación con empresas, se prevé la incorporación de los resultados obtenidos a la oferta de capacidad técnica en tareas de ensayo de ambos Centros. En tal sentido, no es posible identificar a priori a los destinatarios ya que los servicios de asesoramiento se realizan "a demanda".

Finalmente, se tiene como uno de los objetivos principales la transferencia directa de los resultados al medio industrial que origina el residuo. En este sentido es importante destacar que ya se han firmado convenios de Cooperación Técnica con empresas que han acercado sus residuos para ser estudiados, como por ejemplo la Empresa de Servicios Mineros de la localidad de Río Turbio y la Empresa Central Térmica San Nicolás.

VINCULACIÓN CON EL IMPERIAL COLLEGE DE LONDRES

Dentro de las temáticas vinculadas con este proyecto se ha comenzado una vinculación específica con el Departamento de Materiales del Imperial College de Londres, en particular con el grupo de materiales avanzados dirigido por el Prof. Dr. Aldo Boccaccini, quien posee una amplia experiencia en la temática de Ciencia de Materiales, y también ha incursionado en los últimos años en investigaciones sobre

estas problemáticas ambientales producidas por la acumulación de residuos, y sobre la factibilidad de reutilización de esos materiales como materia prima de otros procesos industriales. Descartes como cenizas volantes de procesos termoeléctricos, cenizas de incineración de residuos domiciliarios, silicatos residuales, aisladores eléctricos cerámicos, etc., son algunos de los materiales en desuso objeto de sus investigaciones. En estos momentos el Dr. Boccaccini forma parte de una red europea junto a investigadores de otros ocho países que tiene como temática de desarrollo el tratamiento de residuos industriales por técnicas de plasma. Este aporte de conocimientos de su parte enriquecerá muchísimo la actividad del grupo de trabajo, además del intercambio de experiencias sobre las tecnologías que se utilizan en los países europeos con respecto a las utilizadas en Argentina.

REFERENCIAS

- [1] "Bricks from coal tailings", R. Caligaris, L. Zamboni, C. Ortiz y M. Caligaris. *Tile and Brick International*. V. 6, N° 4, pp 41, (1990).
- [2] "Use of recycled glass for ceramic bodies production", M. Caligaris, S. Camelli, L. Zamboni, N. Quaranta y R. Caligaris. *L'Industrie Céramique Verrière* 926 [5] (1997) p.338.
- [3] "Piezas cerámicas a partir de vidrio de descarte con adición de alúmina", N. Quaranta, M. Caligaris, S. Camelli, L. Zamboni y R. Caligaris. *Actas IX Congreso Internacional de Cerámica y III del MERCOSUR de Cerámica, Vidrio y Refractarios* (1998) p. 155.
- [4] "Electric Companies Waste as a Ceramic Raw Material", E.R. Benavidez, M.G. Caligaris, N.E. Quaranta and A.R. Boccaccini. *6th ECERS, Conference and Exhibition of the European Ceramic Society Vol. 1* (1999) p.189.
- [5] "Fabrication of Mullite Ceramics Using Fly Ash and Alumina", N. Quaranta, S. Camelli, M. Caligaris, E. Benavidez, R. Caligaris, A.R. Boccaccini and H. Kern. *EUROMAT 99` Vol.12: Ceramics - Processing, Reliability, Tribology and Wear* (Ed. G. Müller) (2000) p.184-188 (ISBN 3-527-30194-1).
- [6] "Sintering of Wastes Powders from Copper Extraction Process", N.E. Quaranta, M.G. Caligaris, H.A. López, E.R. Benavidez and R.E. Caligaris. *Proceedings Seventh ECERS Part 2, Key Engineering Materials Vols. 206-213* (2002) p.871-874.
- [7] "Densification of ashes from a thermal power plant", E. Benavidez, C. Grasselli, N. Quaranta. *Ceramics International* 29 [1] (2003) p.61-68.
- [8] "Cement Based Floors with Rubber Addition", N. Quaranta, M. Caligaris, H. López and M. Regondi. *Ecosystems and Sustainable Development V. Ecology and the Environment V.81*. (2005) 735-742. E. Tiezzi , C. Brebbia and S. Jorgensen. Eds. *Wessex Institute of Technology*. ISSN on line: 1743-3541. ISBN: 1-84564-013-6.