

# LOS ECO-MATERIALES EN LA CONSTRUCCIÓN SOSTENIBLE: DE LA ACADEMIA A LA CREACIÓN DE EMPRESAS

Por: Lina María Betancur Sierra<sup>1</sup>

**Tutor temático:** Olga Nallive Yepes<sup>2</sup>

**Tutor metodológico:** Iván Sylva<sup>3</sup>

## RESUMEN

Este documento pretende evidenciar la aparente desconexión existente entre la investigación y el empleo de los productos del trabajo de laboratorio, tomando como caso específico la producción y comercialización de los eco-materiales empleados en la construcción sostenible.

De acuerdo al número de tesis y trabajos de grado en la web y demás documentos encontrados en las bibliotecas de la ciudad, se evidenció que en las facultades de arquitectura e ingeniería existe una amplia gama de investigaciones que proponen nuevos materiales a partir de material vegetal, mineral, termoplástico, reciclado; materiales procedentes de recursos renovables y abundantes, producidos con menor consumo energético, o biodegradables, que tienen en cuenta el ciclo de vida, desde la extracción de la materia prima hasta el final de su vida útil. Muchos de ellos permiten una verdadera reducción del impacto negativo causado al ambiente. Sin embargo, estos son poco conocidos en la actividad constructora y por los comercializadores de materiales de construcción, por lo que surgen interrogantes como: ¿Qué hace la academia para promover los trabajos realizados y los emprendimientos?, ¿Cómo se puede

---

1 Lina María Betancur Sierra: Estudiante de último nivel en la Especialización en Construcción Sostenible.

2 Olga Nallive Yepes: Coordinadora Especialización en Construcción Sostenible, Docente de la Facultad de Arquitectura e Ingeniería Institución Universitaria Colegio Mayor de Antioquia

3 Iván Sylva. Docente de la Facultad de Arquitectura e Ingeniería Institución Universitaria Colegio Mayor de Antioquia.

implementar desde las universidades la generación de estos nuevos materiales?, ¿Cuáles son las políticas que incentivan la realización de estos trabajos?

De acuerdo a lo anterior, este trabajo presenta algunas investigaciones sobre eco-materiales generadas por estudiantes en las universidades, y sobre las empresas conformadas por algunos de sus egresados de la Especialización en Construcción Sostenible de la Institución Universitaria Colegio Mayor de Antioquia y de la Universidad Nacional de Colombia, sede Medellín, mostrando sus características, y la forma en que se comercializan.

## **ABSTRACT**

This paper tries to demonstrate the apparent existing disconnection between the research and the employment of the products of the laboratory work, taking as a specific case the production and commercialization of the echo - material used in the sustainable construction.

Base on the number of thesis and works of degree marketed in the Internet and that rest in the libraries of the city, is found that there is a wide range of research that propose new materials in schools of architecture and engineering based on vegetable materials, mineral, thermoplastic, recycling; materials from renewable and abundant resources, produced with less energy, or biodegradable consumption, that are aware of the lifecycle, from extraction of raw materials to the end of its useful life. Many of them allow a real reduction of the negative impact caused to the environment. Nevertheless these are little known in the construction activity and for the marketers of building materials, which is why questions like: What does the academy to promote the work done and entrepreneurship?, How it can be implemented by universities generating these new materials?, Which are the policies that stimulate the accomplishment of these works?

According to the above, this paper presents some research on eco-materials generated by students in universities and companies shaped by some of its graduates of the Specialization in Sustainable Construction at the Colegio Mayor de Antioquia Institution and the Universidad Nacional de Colombia, Medellin, showing its features and the way they are marketed.

## 1. LOS ECO-MATERIALES Y LA CONSTRUCCIÓN SOSTENIBLE

La palabra eco-materiales fue creada por EcoSur, específicamente por la red para el hábitat económico y ecológico, organización enfocada en la vivienda por medio de proyectos de vivienda social con materiales de construcción producidos localmente, y al desarrollo de la investigación continua que conecta la ciencia con la práctica. En 1991, EcoSur definió los eco-materiales como los materiales viables ecológica y económicamente, cercanos al medio, que permiten minimizar el impacto ambiental durante su ciclo de vida (EcoSur, 1991). Por otro lado, los términos sostenibilidad y desarrollo sostenible son utilizados en diversos campos de la actividad humana. La Real Academia Española (RAE) define el término sostenible como aquello “Que se puede mantener durante largo tiempo sin agotar los recursos o causar grave daño al medio ambiente”. Y si se busca la palabra sostenibilidad, en el mismo diccionario de la RAE, aparece: “**sostenible. 2. adj.** Especialmente en ecología y economía, que se puede mantener durante largo tiempo sin agotar los recursos o causar grave daño al medio ambiente. Desarrollo, economía sostenible” (RAE, 2010).

El tema de materiales ecológicos o sostenibles empleados en la construcción se remonta a la antigüedad, pues se sabe que ya los egipcios en sus pirámides los empleaban en sus construcciones, y que en Colombia los antepasados utilizaban materiales que tenían a su alcance, como guadua, tapia y bahareque.

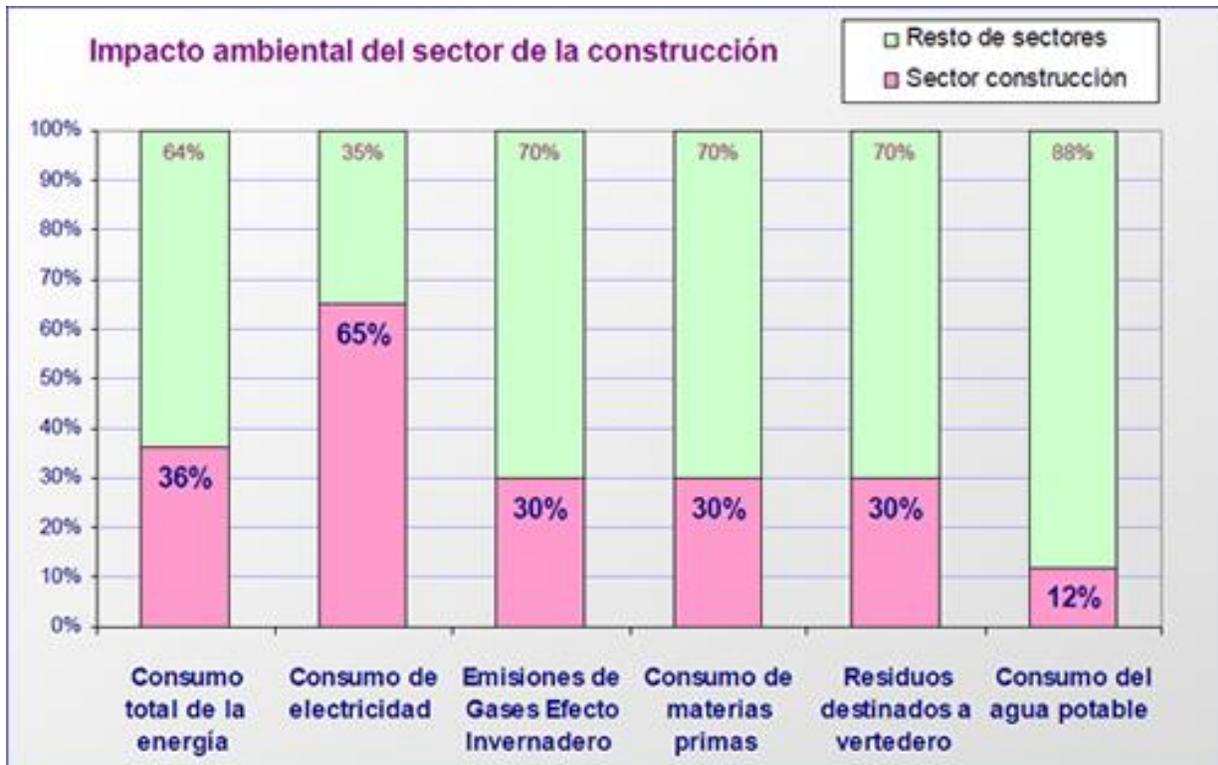
El concepto de sostenibilidad se aplica al desarrollo socioeconómico y fue formalizado por primera vez en el documento conocido como Informe Brundtland (1987), fruto de los trabajos de la Comisión Mundial de Medio Ambiente y Desarrollo de Naciones Unidas, creada en la Asamblea de la ONU en 1983. En dicho Informe, titulado “Nuestro futuro común”, se definió el desarrollo sostenible como “el desarrollo que garantiza las necesidades del presente sin

comprometer la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer sus propias necesidades” (ONU, 1987). En estos foros iniciales ya se debatió la función de la educación en la tarea de abordar los problemas mundiales de índole social, económica, cultural y medioambiental.

En el Principio 3º de la Declaración de Río (1992) el desarrollo sostenible queda definido por su objetivo: “Satisfacer las necesidades de las generaciones actuales sin comprometer la posibilidad de que las futuras puedan satisfacer las suyas” (ONU, 1992).

Por su parte, la Comisión Colombiana de la Construcción Sostenible CCCS, definió de este modo la construcción sostenible: “La construcción sostenible se refiere a las mejores prácticas durante el ciclo de vida de las edificaciones, en su diseño, construcción y operación. Estas prácticas aportan de forma efectiva a minimizar el impacto del sector de la construcción en el cambio climático, en cuanto a las emisiones de gases de efecto invernadero, el consumo de recursos y la pérdida de biodiversidad” (CCCS. S.F.).

La importancia de apostar por una construcción sostenible está dada por recientes estudios que han constatado que el sector de la construcción es responsable del empleo del 36% del total de la energía consumida y, en particular, del 64% del gasto de energía eléctrica, a lo que hay que sumar el impacto que el sector produce sobre el ambiente, el consumo de materias primas, las emisiones de gases de efecto invernadero, la generación de residuos y el consumo de agua potable, tal como lo ilustra el siguiente gráfico:



**Grafico 1.** Impacto ambiental del sector de la construcción

Fuente: gestión CYPE.

Los eco-materiales cumplen con los principios en los que se basa el desarrollo de la llamada tecnología apropiada, la cual considera: la materia prima, materiales y componentes; el equipamiento e instalaciones para producir y construir; y los métodos, procedimientos y técnicas de producción. Los principios en que se basa la tecnología, aplicables a la producción de eco-materiales, son los siguientes (Bancroft, S.F.):

- Utilizar recursos y materia prima local
- Producir a pequeña, o mediana escala
- Tener un bajo consumo de energía

- Tener facilidad de mantenimiento y bajos costos de éste
- Tener la mayor autonomía posible de operación
- Posibilitar el traslado y reúso de las instalaciones productivas
- Tener bajos costos de inversión y una rápida recuperación de ésta
- Permitir la comercialización local o cercana al lugar de producción
- Utilizar eficientemente los conocimientos científicos en los procesos productivos
- Permitir un control básico para garantizar la calidad de lo producido
- Tener baja capacidad de producción de ruidos y desechos
- No producir daño o enfermedades profesionales a la fuerza de trabajo
- Facilitar la autoconstrucción
- Utilizar fuerza de trabajo de baja calificación preferentemente local

## **2. LA PROBLEMÁTICA AMBIENTAL**

La problemática ambiental a nivel mundial ha llevado a las sociedades a tomar decisiones sobre la forma de desarrollar sus ciudades. En el mundo se ha venido hablando del tema de sostenibilidad desde 1972, cuando se realizó en Estocolmo la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el medio ambiente humano (también conocida como Conferencia de Estocolmo). Esta fue la primera gran conferencia de la ONU en la cual el Club de Roma evidenció que los recursos naturales del planeta se están agotando y se llamó a la conciencia ambiental internacional, y es ampliamente reconocida como el punto de partida para una conciencia ambiental internacional; y, a la vez, es el punto de partida para una conciencia ambiental pública de los problemas ambientales (Anónimo, S.F.).

En el proceso de toma de conciencia ambiental, en Colombia, la Ley 99 de 1993 crea el Ministerio del Medio Ambiente, reordena el sector público encargado de la gestión y conservación del medio ambiente y los recursos naturales renovables, organiza el Sistema Nacional Ambiental-SINA y a nivel regional se crean, además, algunas corporaciones ambientales y se dictan otras disposiciones, todo esto con el fin de aplicar las políticas nacionales y regionales que permitieran controlar el manejo de los recursos naturales.

### 3. SOBRE LOS MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN Y EL TEMA AMBIENTAL

Uno de los aportes a la disminución de la problemática ambiental se relaciona con el uso de materiales que causan menor impacto al medio ambiente. La siguiente tabla muestra los consumos energéticos y emisiones de CO<sup>2</sup> en los procesos de producción de algunos materiales de construcción, tanto convencionales como no convencionales:

**Tabla 1.** Resumen del consumo energético y la emisión de CO<sup>2</sup> por material

<b>Material</b>	<b>Consumo energético total (mj/ton)</b>	<b>Emisión de CO<sup>2</sup> total (ton CO<sup>2</sup>/ton)</b>
PVC	72.276,0	7,6596
Guadua	1.334,0	0,1065
Agregados gruesos	177,2	0,0098

---

Agregados finos	494,6	0,0213
Base	324,2	0,0129
Sub-base	302,3	0,0106
Arena de río	121,7	0,0097
Ladrillo-teja arcilla	2.750,0	0,2428
Baldosa-azulejos	1.172,0	0,8297
Acero semi-integral	11.083,0	2,7045
Cobre	98.391,0	8,6216
Cal	7.670,0	0,7984
Cemento vía húmeda	11.062,0	1,1848
Cemento vía seca	7.506,0	1,0955
Yeso estuco químico	1.080,0	0,2028
Yeso estuco	1.190,0	0,2054
Pinturas	5.247,0	0,4079
Maderas	500,0	-
Teja fibrocemento	8.863,0	0,0518
Vidrio plano	28.952,0	1,8591

---

Adición K ecológica	2.617,0	0,1246
Eco cemento	3.651,0	0,2105
Bloques ecológicos	1.292,0	0,0849
Ladrillos ecológicos	1.059,0	0,0557
Agregados ecológicos (gruesos y finos)	13	0,0010

Fuente. INFORME FINAL. Contrato entre Eco Ingeniería S.A.S. y el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo –PNUD– Proyecto GEF/PNUD/COL 70467. CONTRATO N° 000001351 1. Alejandro Salazar Jaramillo y el equipo de profesionales de Eco Ingeniería S.A.S. Santiago de Cali, Septiembre 03 de 2012

#### **4. LA PARTICIPACIÓN DE LA ACADEMIA EN LA PRODUCCIÓN DE LOS ECO-MATERIALES**

La Universidad juega un papel fundamental en la formación de la cultura ambiental y en el desarrollo de nuevas investigaciones en eco-materiales. Es por esto que se ha venido creando un modelo educativo que apunta a construir la cultura de la sostenibilidad a distintas escalas, reflejando el desarrollo de una visión democrática y participativa en el país.

En este sentido, en el Foro Urbano Mundial – WUF7, realizado en la ciudad de Medellín en 2014, se mencionó el tema de la academia y la sostenibilidad. En el Seminario #20 Innovaciones institucionales para la biodiversidad del siglo XXI, Braulio Ferreira de Souza Díaz, secretario

ejecutivo del Convenio sobre Diversidad Biológica, expresó que la mayoría de los ciudadanos no tienen claridad sobre su dependencia del medio ambiente, por lo que se debe educar más para la acción de un ambientalismo propositivo, es decir para el qué puede hacerse y sobre cómo hacerlo; también anotó que los avances sobre estudios medioambientales, biodiversidad y materiales realizados por la Universidad no cuentan con un monitoreo adecuado que permita evaluar con precisión e integrar lo que se habla, lo que se propone y la realidad (De Sousa Díaz, 2014).

Es así como la academia muestra gran interés en involucrar el tema de la sostenibilidad en todos sus ámbitos y cada vez más toma conciencia de la necesidad de sensibilizar y educar a la población en este aspecto. A partir del Convenio #253 de 2009 entre la Institución Universitaria Colegio Mayor de Antioquia y el Área Metropolitana del Valle de Aburrá, empiezan a darse capacitaciones a funcionarios públicos, se redacta y difunde un manual de gestión socio-ambiental para obras de construcción, se dan cátedras abiertas de construcción sostenible, se formula un documento base para la formulación de una política pública de construcción sostenible para el Valle de Aburrá, todo esto apoyado en un saber pedagógico potenciado en la integración de grupos interdisciplinarios.

La academia como formadora de esta cultura de la sostenibilidad, ha creado una serie de programas de pregrado y postgrado que directa o indirectamente repercuten en el tema. Ejemplos de esto son la Institución Universitaria Colegio Mayor de Antioquia al crear una Especialización en Construcción Sostenible desde el año 2009; la Maestría en Construcción con Énfasis en construcción Sostenible, de la Universidad Nacional sede Medellín; el Pregrado en Ingeniería de Materiales y sus Postgrados con énfasis en Materiales, de la Universidad del Valle; la Universidad Eafit, con su Ingeniería de Producción, Ingeniería de Diseño de Producto e

Ingeniería Civil; la Escuela de Ingenieros de Antioquia con su pregrado en Ingeniería Ambiental e Ingeniería Civil ha desarrollado innumerables trabajos de investigación en el campo de eco-materiales. Asimismo, diversos grupos de investigación de una u otra manera han venido abocando el tema de eco-materiales y Construcción Sostenible.

En la exploración de nuevos materiales constructivos y con el fin de minimizar los impactos nocivos causados por la construcción, se han venido investigando y produciendo materiales alternativos, renovables o reciclados, llamados eco-materiales, cuyo empleo ha logrado reducir el impacto energético negativo causado por materiales convencionales y disminuir el deterioro del medio ambiente.

Los estudios que a continuación se enuncian son una muestra de los logros en investigación desde la academia:

- *Análisis de la permeabilidad en concretos con agregado grueso reciclado y adición de ceniza volante*, realizado por Diana Milena Herrera Rodríguez como tesis de sus estudios de maestría en construcción en la Universidad Nacional de Colombia (Bogotá), en 2012. Allí se analiza el efecto de la adición de ceniza volante en mezclas de concreto con y sin agregado grueso reciclado; proveniente de concreto reciclado.
- *Concreto translúcido transmisión de luz visible a través de morteros con fluorita como agregado fino*, realizado por Ary Alain Hoyos Montilla como tesis de sus estudios de maestría en Ingeniería de Materiales y Procesos en la Universidad Nacional de Colombia (Medellín), en 2012. Presenta los resultados y la evaluación de las propiedades ópticas que se le realizaron a morteros preparados con fluoruro de calcio como agregado.

- *Aplicación de los tubos de cartón en construcción*, realizado por Blanca Liliana Moreno Castillo como tesis de sus estudios de maestría en Construcción en la Universidad Nacional de Colombia (Bogotá), en 2006. Se hace una revisión total de todos los proyectos sobre tubos de cartón y se anota cuáles han sido los aportes en arquitectura, analizando aspectos constructivos (longitud de tubo, diámetros, uniones, espesores de pared de tubo y configuración estructural).
- *El concreto reciclado con escombros como generador de hábitats urbanos sostenibles: La ciudad como ecosistema semi-cerrado, una utopía cultural*, realizado por Carlos Mauricio Bedoya Montoya como tesis de sus estudios de maestría en Hábitat en la Universidad Nacional de Colombia (Medellín), en 2003. Se aborda el concreto reciclado con escombros, su factibilidad técnica y económica como material competitivo en el sector de la construcción.
- *Evaluación de los lodos de las plantas de tratamiento de agua como adición activa al cemento Portland tipo III*, realizado por Catalina López Arroyave como tesis de sus estudios en Ingeniera Civil en la Universidad Nacional de Colombia (Medellín), en 2010. Se aborda la posibilidad de emplear el lodo seco proveniente de las plantas de tratamiento de agua como adición activa al cemento Portland tipo III con el fin de mejorar sus propiedades físicas y mineralógicas.
- *Evaluación del jugo de fique como aditivo oclisor de aire y su influencia en la durabilidad y resistencia del concreto*, realizado por Leyla Yamile Jaramillo Zapata como tesis de sus estudios de maestría en Ingeniería - Área Materiales y Procesos, en la Universidad Nacional de Colombia (Medellín), en 2009. Se analiza el efecto aireante del

jugo de fique en morteros y hormigones de cemento Portland, y su influencia en la durabilidad y resistencia mecánica.

- *Comportamiento mecánico del concreto reforzado con fibras del bagazo de caña de azúcar*, realizado por Fredy Varón Aristizabal como tesis de sus estudios como Ingeniera Agrícola en la Universidad Nacional de Colombia (Medellín), en 2006. Esta investigación presenta materiales de construcción que sean económicos, durables y que mejoren las propiedades físicas-mecánicas de un concreto. Las fibras de acero, de vidrio o poliméricas, son alternativas viables pero costosas. Las fibras naturales pueden ser una posibilidad real para los países en desarrollo, ya que están disponibles en grandes cantidades y representan una fuente renovable.
- *Concreto confeccionado con agua lluvia: un aporte a la disminución del impacto ambiental generado por la industria de la construcción*, realizado por Carlos Andrés Medina como tesis de sus estudios de maestría en Construcción en la Universidad Nacional de Colombia (Medellín), en 2013. Esta investigación propone el uso del agua lluvia del municipio de Medellín para la confección de concreto como alternativa de construcción de menor impacto ambiental. La academia debe proponer cada vez más estudios que ayuden a dar validez a estos conceptos.
- *El bloque de suelo cemento (BSC) al bloque de suelo geopolimerizado (BSG)*, realizado por Olga Nallive Yepes como tesis de sus estudios de maestría en Construcción en la Universidad Nacional de Colombia (Medellín), en 2013. Este trabajo busca aplicar el proceso de geopolimerización al bloque de suelo cemento (BSC), para obtener un bloque de suelo geopolimerizado (BSG).

## 5. LOS ECO-MATERIALES EN LA INDUSTRIA COLOMBIANA

La responsabilidad social de la academia, en este campo, no sólo es generar una cultura sostenible entre la comunidad universitaria, sino llevar el conocimiento y la aplicabilidad de los conceptos a la comunidad en general, para que ese saber se refleje en la utilización de nuevos materiales para la industria de la construcción. Así, las universidades podrán jugar un papel más activo a la hora de salvar las distancias entre el sector académico y la práctica, para sacar el máximo provecho de sus conocimientos en proyectos reales. En este sentido, la creación de empresas innovadoras permite materializar los resultados de las investigaciones en producciones industriales.

Entre las empresas que comercian eco-materiales hay algunas conformadas por egresados de la Especialización de la Institución Universitaria Colegio Mayor de Antioquia y de la Universidad Nacional de Colombia, sede Medellín. En la búsqueda de estas empresas se entrevistó a uno de los principales precursores de la construcción sostenible en Medellín y a un egresado de la misma:

- Carlos Mauricio Bedoya Montoya, Magister en Hábitat, Especialista Tecnológico en Diseño de Redes de Gas, Arquitecto Constructor, Profesor Asociado Universidad Nacional de Colombia sede Medellín:

“Puedo decir el nombre de dos empresas que ofrecen eco-materiales en el Valle de Aburrá, específicamente en el tema de prefabricados en concreto reciclado: Indural, en Medellín; y Concretodo, en Bello. Sus productos cumplen con todas las normas técnicas de desempeño a nivel estructural y no estructural. Estas

empresas son anteriores a estos posgrados, sin embargo se han alimentado tanto de los avances académicos como de las experiencias a escala real, y hoy tienen importantes plantas de reciclaje de RCD.”

- José León Gómez, Arquitecto, Especialista en Construcción Sostenible, egresado de la Institución Universitaria Colegio Mayor:

“La verdad no hay muchas empresas (al menos a la fecha de hoy que yo conozca) que sean productoras del 100% de eco-materiales. Varios de los proyectos han sido creados de manera artesanal como interés y convicción de los propietarios, y se reduce más el espectro aún si hablamos de egresados de la Especialización del Colegio Mayor: que yo conozca está la empresa Heicon; la empresa Eco-Ingeniería, que es de uno de los docentes que nos dio cátedra a nosotros; la empresa Incorp, con biodesmoldantes para construcción; la empresa Concretodo tiene algunos productos en concreto reciclado; la empresa Ahinco con adiciones cementantes con ceniza volante. Creo que ya les hablaron de los proyectos del profesor Jorge Ramírez Fonseca y de los ladrillos fabricados con concreto reciclado de Indural. La mayoría de los que egresamos nos dedicamos más a la asesoría bioclimática de proyectos o a la promoción de procesos sostenibles para las empresas en las que algunos trabajan. La intención de mi trabajo de construcción sostenible fue la de crear la base de datos de los egresados, pero ese es el panorama que existe actualmente.”

En resumen, el siguiente grupo de empresas a nivel nacional materializan los logros de las investigaciones en eco-materiales; a continuación, sus direcciones de páginas web y sus catálogos:

- Heicon (<http://www.heicon.com.co/>)

Hábitat Ecológico Integral Construcciones S.A.S., Wildeman Agudelo: Es una empresa que ofrece soluciones integrales en viviendas ecológicas sostenibles, respondiendo a la tendencia actual del mercado de la construcción y a la creciente cultura de conservación del medio ambiente. Diseñamos y construimos soluciones ecológicas integrales en vivienda y espacios, utilizando para ello materias primas renovables. No manejamos lista de precios, ya que no producimos en línea. La información sobre nuestra empresa se puede consultar en la página [www.heicon.com.co](http://www.heicon.com.co)

- Eco Ingeniería (<http://www.ecoingenieria.org/>)

Gerenciada por el Ingeniero de materiales Alejandro Salazar, esta es una empresa atenta a los problemas que se presentan en las distintas actividades industriales y urbanas. La preservación del medio ambiente es un objetivo primordial para lograr un desarrollo sostenible que garantiza un ambiente sano para las futuras generaciones. Trabaja desde hace diez años en el desarrollo de soluciones para el uso de los residuos industriales y los escombros de construcción. Es una entidad del conocimiento. Entre sus eco-materiales encontramos: Eco-concreto, Eco-mortero, Eco-ladrillos, Eco-bloques.

- Incorp S.A.S. (biodesmoldantes) ([www.incorp.com.co](http://www.incorp.com.co))

Somos fabricantes de aceite de ricino grado industrial y otros productos provenientes de la planta de higuera, nuestro enfoque es el desarrollo de productos derivados buscando la conservación del planeta, el desarrollo de la región y los estándares de calidad óptimos para el mercado nacional e internacional. En el 2010 iniciamos una etapa de desarrollo y comercialización de productos amigables con el medio ambiente, con la línea de productos biodegradables para lubricación en general llamados Biolubricas®, entre ellos: Biodesmol D 395 – Desmoldante Biodegradable Biolubricas ®. Tiene las siguientes propiedades – beneficios: producto desmoldante para vaciados de cemento (desencofrante); rendimiento: 20-30 Mts<sup>2</sup> / Kg aprox. (varía según material formaleta y elemento aplicador); protector de formaletas, cimbras, moldes y teleros para ser reutilizados. Impide que el concreto o mortero se adhiera; excelente adherencia a la superficie que se aplique (madera rústica, madera contrachapada, metal); no se produce goteo, menores pérdidas; permite aplicar con días de anterioridad al vaciado; fácil de lavar, no mancha; no es tóxico; no representan riesgos por manipulación ni contacto con la piel; es biodegradable, ayuda a proteger el medio ambiente y a evitar la contaminación del agua; es proveniente de productos vegetales, recursos renovable; agradable olor; viene en presentaciones de 20 Kg. ,60 Kg., 200 Kg.; sus componentes son material vegetal (aceite de higuera).

- Concretodo (<http://www.concretodo.com/sostenibilidad.html/>)

Esta empresa ha desarrollado diversos materiales usando concreto reciclado como materia prima, entre ellos: bloques arquitectónicos y estructurales, adoquines y espacio público, tubería de concreto, dovelas para túneles, calados, box culvert, vigas para puentes, paneles de fachada, muros de contención.

**Tabla 2.** Precios Eco-materiales Concretado

<b>Material</b>	<b>Medidas</b>	<b>Precio x unidad</b>	<b>Unidades x mt<sup>2</sup></b>	<b>Precio x mt<sup>2</sup></b>
Arkiblok	15 x 10 x 30	1106	33	36498
Catalán	cm			
Arkiblok	12 x 12 x 60	3080	13,8	42504
Italiano	cm			
Arkiblok Tolete	12 x 10 x 40	1760	20,8	36608
	cm			
Arkiblok Tolete	15 x 10 x 40	1328	25	33200
XL	cm			
Arkiblok Split	15 x 20 x 40	2564	12,5	32050
	cm			
Bloques	20 x 40 x 12	1694	12,5	21175
Estructurales	x15	2012		25150
	x20	2666		33325
Bloque	20 x 40 x 8	1176	12,5	14700
divisorios sin				

revoque	x10 cm	1286		16075
Calado bambú	40 x 60 x 8	15500	4,2	65100
gris	cm			
Calado burbuja	40 x 60 x 8	14500	4,2	60900
	cm			
Eco-muro	20 x 40 x 40	6380	14,5	92510
	cm			

Fuente: <http://www.concretodo.com/sostenibilidad.html/> Los precios son tomados el 11 de Noviembre de 2014

- Ahinco (<http://www.ahinco.com.co/index.php/nuestros-concretos>)

(Adiciones cementantes con ceniza volante): Es una empresa dedicada principalmente a la elaboración de concretos, fundada en el año 2004 en el departamento de Antioquia. En el uso de un residuo industrial cuyo nombre es ceniza volante y que resulta de la combustión del carbón en las centrales de energía y vapor, se encontró la motivación.



# CENIX

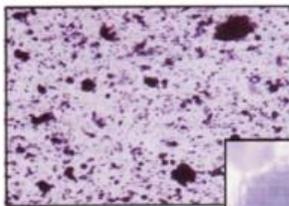


AHINCO S.A.

CRA. 32 No. 1B SUR 51 OF. 515 ED. MALL VENTURA PBX 352 53 62 e-mail: ahinco@une.net.co

## DESCRIPCIÓN:

Es una ceniza volante de color gris, sólida, fina y de forma esférica, resultante de la combustión del carbón molido o en polvo tipo bituminoso, que tiene propiedades puzolánicas (cementantes) que se activan al reaccionar el hidróxido de calcio (cal)  $Ca(OH)_2$  producido durante la hidratación del cemento Portland con los silicatos solubles de álcali o "cristales" de la ceniza.



Partículas aglomeradas de Ceniza Volante (4X)



Cenosferas en Ceniza Volante al microscopio (63X)

## ESPECIFICACIONES:

Para el detalle de las especificaciones técnicas, referenciarse a la norma técnica colombiana NTC 3493, que es idéntica a la norma ASTM-C 618.

## USOS:

- Como adición al cemento Portland.
- Como adición al hormigón utilizado para estructuras de concreto o al mortero utilizado para los acabados.
- Como adición en la fabricación de bloques prefabricados con cemento Portland.
- Como adición en la fabricación de ladrillos de arcilla.
- Como adición en las bases granulares para pavimentos semiflexibles de carreteras, autopistas, pistas de aterrizaje y estacionamientos.
- En la inyección de pozos petrolíferos.
- En la reducción de la acidez de los suelos (agricultura).

## VENTAJAS:

Bajo determinadas condiciones, como adición en el hormigón, brinda las siguientes ventajas:

- Se logran las mismas o mayores resistencias a la compresión a los 28 días de fraguado el hormigón, que una mezcla de control tradicional, con menores consumos de cemento por  $m^3$  y por tanto menores costos.

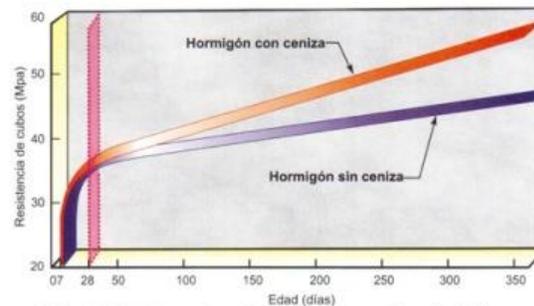


Gráfico 1. Relación entre la resistencia a la compresión y la edad para hormigones con y sin ceniza volante.

- A edades de fraguado posteriores a los 28 días, se logran mayores resistencias a la compresión que las mezclas de hormigón tradicional. Gráfico 1.
- Por su finura y forma esférica, permite reducir la cantidad de agua necesaria de la mezcla tradicional, Gráfico 2, obteniendo la misma trabajabilidad. Además, mejora la aptitud de bombeo de la mezcla por medios mecánicos, ya que disminuye la fricción entre las partículas de los áridos y entre el hormigón y la tubería.

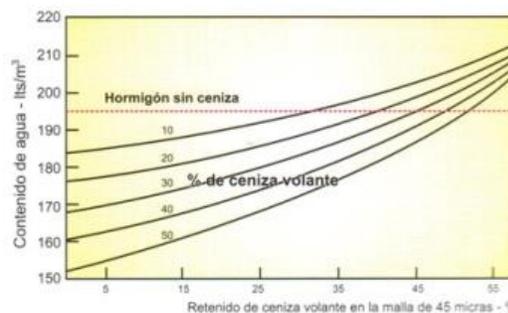


Gráfico 2. Efecto del retenido de ceniza volante sobre el contenido de agua de un hormigón cuyo asentamiento es de 5 a 7.5 cm. con un consumo de cemento de  $300 \text{ Kg}/m^3$  al cual se le agregaron diversos porcentajes de ceniza volante.

- Tierra Tec (<http://www.tierratec.com/>)

Darío Angulo: Nuestros productos cumplen con todas las normas y condiciones que la vanguardia y la actualidad exigen. Es un producto ecológico, térmico, acústico, estético, económico y resistente, tanto al interior como al exterior. Con él se logra un mayor confort en los espacios, y aporta de manera directa y real a la disminución de emisión de gas carbónico en nuestro planeta.

LINEA	DISEÑO	REFERENCIA	DIMENSIONES (cm)	RENDIMIENTO (Unidades/m <sup>2</sup> )	PESO (Kg)
ESTRUCTURAL		BTC 4M ESTRUCTURAL	LARGO = 29,5 ANCHO = 14 ALTO = 9,5	30	5,5
		BTC 4M NORMAL	LARGO = 29,5 ANCHO = 14 ALTO = 9,5	30	6,7
		BTC 4M SCMS	LARGO = 29,5 ANCHO = 14 ALTO = 6	45	4,5
FACHADAS O DIVISORIOS		BTC 4M SEMI REDONDO	LARGO = 29,5 ANCHO = 14 ALTO = 9,5	30	6,7
		BTC 4M REDONDO - REDONDO	LARGO = 29,5 ANCHO = 14 ALTO = 9,5	30	6,7
		BTC 4M FACHALETA	LARGO = 29,5 ANCHO = 5 ALTO = 9,5	30	4,5
PEGA		TIERRA PARA MEZCLA	0,70 X 0,5 X 0,25	1,5m <sup>3</sup>	40

**FICHA TECNICA**

Resistencia a compresión: De 40 a 120 Kg/cm<sup>2</sup>  
 Resistencia a la tracción: 20 Kg/cm<sup>2</sup>  
 Coeficiente de conductividad térmica: 1,04 w/m-c  
 Disminución acústica a 500 Hz: 99 db (para 40cm) / 93 db (para 20cm)  
 Disminución acústica a 500 Hz: 99 db (para 40cm) / 93 db (para 20cm)  
 Diferencia por temperatura: 0,05%  
 Cemento incorporado: 5%  
 Resistencia a erosión fuerte: Muy Buena  
 Uniformidad de dimensiones: Excelente  
 Durabilidad a la intemperie: Excelente  
 Resistencia al fuego: Buena  
 Energía incorporada en muros: Baja

**El acabado interior y exterior garantizan más confort en todos los climas y ambientes**

**Construimos y Diseñamos en Tierra para la Tierra**

Fuente: [darioangulo@tierratec.com](mailto:darioangulo@tierratec.com)

**Tabla 3.** Precios eco-materiales Tierra Tec.

<b>Material</b>	<b>Medida</b>	<b>Precio unitario</b>	<b>Unidades x mt<sup>2</sup></b>	<b>Precio x mt<sup>2</sup></b>
BTC 4/4 Normal	29 x 14 x 9.5 cm de altura	1350	30	40500
BTC Redondo en una esquina	29 x 14 x 9.5 cm de altura	1350	30	40500
BTC Redondo en las dos esquinas	29 x 14 x 9.5 cm de altura	1350	30	40500
BTC 4/4 de 6 cm	29 x 14 x 6.5 cm de altura	1150	45	51750
Fachaleta		1050	30	31500
Tierra para mezcla x kilo		280	30	8400

Fuente: [darioangulo@tierratec.com](mailto:darioangulo@tierratec.com). Precios tomados el 07 de Noviembre de 2014; son precios sin transporte.

- Indural ( <http://www.indural.com/>)

Líder nacional en la producción y comercialización de prefabricados en concreto: Nuestro equipo humano trabaja de manera constante en la investigación y desarrollo de nuevas líneas y productos, innovando en un mercado que se ha transformado, gracias a la magia del color y

las formas del concreto. Ha desarrollado tecnologías de aprovechamiento de residuos como: demoliciones de concreto, gravilla o material aluvial, puzolanas, roturas de loza, etc., incorporándolos en su proceso productivo, convirtiéndolos así en materia prima para la construcción con características apropiadas de uso y comercialización.

De otra parte, algunas empresas que directa o indirectamente comercializan eco-materiales y figuran en el Directorio de la Construcción Sostenible del CCCS, y que comercializan eco-materiales importados y eco-materiales producidos desde lo local, son:

Maderplast, Exiplast-Andercol, Durapanel, Eternit, Groncol, Vidrio Andino, Setri, Frontis 3D, C.I. Energía Solar, Eswindows, Siemon, Remaster, Prodesa, Pintuco, Pavco, Ilumax, Cursap S.L., Concrelab, Concretodo, Corona, Contemplo, Indural, Camer, Argos, Apiros, AEI, Solidbrass, Bitecnica S.A.S.

## **RESULTADOS**

El tema del uso de eco-materiales en construcción es una preocupación mundial y nacional, por los daños ambientales que produce el sector de la construcción.

La oferta de eco-materiales en Colombia, aún es muy precaria.

En Colombia la academia ha venido dando pasos para incorporar el tema, con la apertura de programas académicos.

Aunque se evidencian avances en eco-materiales que han sido formulados en la academia, no puede decirse que exista aún en Colombia una verdadera conexión entre Universidad e Industria en el tema de los eco-materiales.

La responsabilidad social de la academia es llevar su conocimiento en eco-materiales a la comunidad en general, para que se convierta en una práctica empresarial y social.

La Universidad está llamada, a su vez, a salvar la distancia existente con la Industria en el tema del uso de eco-materiales.

## **REFERENCIAS**

Anónimo. Ecologiahoy. Noticias de Ecología y Medio Ambiente. Recuperado de <http://www.ecologiahoy.com/> Julio 12 de 2014.

Área Metropolitana del Valle de Aburrá Subdirección Ambiental & Institución Universitaria Colegio Mayor de Antioquia. Documento técnico de base para la elaboración de una política pública de construcción sostenible. Recuperado de: [http://www.metropol.gov.co/CalidadAire/IsdocConstruccionSostenible/Pol%C3%ADtica%20P%C3%ABblica%20de%20construcci%C3%B3n%20sostenible%20para%20el%20Valle%20de%20Aburr%C3%A1%20COMPLETO%20\(1\).pdf](http://www.metropol.gov.co/CalidadAire/IsdocConstruccionSostenible/Pol%C3%ADtica%20P%C3%ABblica%20de%20construcci%C3%B3n%20sostenible%20para%20el%20Valle%20de%20Aburr%C3%A1%20COMPLETO%20(1).pdf)

Bancrofft, Rubén. Ecomateriales de construcción: una contribución a la salud y a la vivienda.

Instituto Superior Politécnico José A. Echeverría ISPJAE. Ciudad de La Habana, Cuba.

Facultad de Arquitectura. S.F. Recuperado de  
<http://www.bvsde.paho.org/vivi/cd/inhem2/reunion/tccomat1>

Comisión Colombiana de Construcción Sostenible (CCCS). Recuperado de  
<http://www.cccs.org.co/construccion-sostenible/que-es>

De Souza Díaz, Braulio. Foro Urbano Mundial (WUF7). Equidad Urbana en el Desarrollo-  
Ciudades para la vida. Medellín, Colombia. 5-11 Abril de 2014. Seminario #20.  
Innovaciones institucionales para la biodiversidad del siglo XXI. Recuperado de  
[http://wuf7.unhabitat.org/Themes/WUF7\\_Theme/Images/sloganTopSpanish.png](http://wuf7.unhabitat.org/Themes/WUF7_Theme/Images/sloganTopSpanish.png)

ECOSUR. La red del hábitat económico y ecológico. Recuperado de  
<http://www.ecosur.org/index.php/quienes-somos>

ONU. Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura.  
Antecedentes. Varios eventos importantes jalonaron el camino hacia el Decenio de las  
Naciones Unidas de la Educación para el desarrollo sostenible. Recuperado de  
<http://www.unesco.org/new/es/unesco-world-conference-on-esd-2014/about-the-conference/background/>

RAE. Conciencia Eco. Revista digital sobre cultura ecológica. Sostenibilidad en la RAE (Real  
Academia Española). Recuperado de  
<http://www.concienciaeco.com/2010/08/29/sostenibilidad-en-la-rae/>