



# **POLÍTICAS NACIONALES PARA APOYO DE LA INVESTIGACIÓN E INNOVACIÓN: UN REQUISITO PARA LA FORMACIÓN DE LOS PROFESIONALES DEL FUTURO**

**María Fernanda Serrano Guzmán, Norma Cristina Solarte Vanegas, Luz Marina Torrado Gómez**

**Universidad Pontificia Bolivariana  
Bucaramanga, Colombia**

## **Resumen**

La necesidad de formación a nivel profesional exige a las instituciones educativas incluir en la oferta académica estrategias innovadoras con las cuales se perfilen en cada cohorte a profesionales competentes, capaces de responder a los requerimientos del mercado. Esto hace que los ejes sustantivos de la educación superior se conjuguen buscando un sistema homogéneo entre la docencia, la extensión y la investigación. Justamente, respecto a la investigación se ha observado una tendencia del actual gobierno en Colombia, para apoyar la investigación formativa de modo que, además de la financiación de jóvenes investigadores, se apoye económicamente el trabajo de los estudiantes de pregrado vinculados a los semilleros.

El Departamento de Ciencia, Tecnología e Innovación Colciencias cofinanció por primera vez a Semilleros de Investigación en una convocatoria en la que se permitió la inclusión de diferentes estrategias de investigación formativa. Este artículo resume las lecciones aprendidas durante la ejecución de un proyecto de investigación que fue desarrollado por el semillero de investigación en Ingeniería Civil SIIC con la cofinanciación de Colciencias. Como estrategia metodológica, el semillero se compone de estudiantes desde primero hasta décimo semestre, y opera bajo el esquema de Escuela Nueva con el que se permite la transferencia de conocimiento de los estudiantes con más conocimiento teórico y el trabajo en equipo entre pares. Durante la experiencia, los jóvenes del semillero realizaron revisión bibliográfica, participaron en los procesos de compras de insumos, organizaron seminarios de transferencia del conocimiento adquirido y realizaron la experimentación requerida para atender la pregunta problema demandada en la propuesta presentada a Colciencias.

Finalmente, los estudiantes que participaron en el semillero desarrollaron habilidades de comunicación oral y escrita que con seguridad redundarán en el desempeño de los futuros profesionales. Se evidencia entonces, que es fundamental tener políticas gubernamentales para el fomento de la investigación formativa de manera que se permita el desarrollo de diferentes actividades en los semilleros.

**Palabras clave:** investigación; innovación; semillero

### **Abstract**

*The need for training at a professional level requires innovative strategies with which provides competent professionals, able to respond to the medium. This fact obey an homogeneous system between teaching, consulting and research. In that way, the Colombian government created support research training so that, in addition to funding of young researchers, is economically support the work of undergraduates interested in research.*

*The Department of Science, Technology and Innovation Colciencias co-financed for the first time a research for undergraduated students. This article summarizes the lessons learned during the development of a research project that was developed by SIIC, a team of young civil engineering studens, which work was co-financed by Colciencias. As methodological strategy, the team involves students from first to tenth semester, and operates under the New School scheme with the transfer of knowledge of students which provides more theoretical knowledge and teamwork among peers. During the experience, the young people were done literature review, participated in the process of purchases of materials, organized seminars about transfer of acquired knowledge and performed the required experimentation to solve the question problem of the proposal submitted to Colciencias.*

*Finally, students who participated in the team developed skills of oral and written communication which certainly will result in the performance of future professionals. It is evident then, that the government provides financial support for doing different research activities.*

**Keywords:** research; innovation; young researcher

## **1. Introducción**

Los procesos de formación académica involucran la participación de diferentes actores. A nivel de la educación primaria y secundaria, se espera que trabajen en equipo los padres o tutores y los maestros. A nivel de los estudios universitarios, se espera igualmente el apoyo de los padres y los maestros, y la vinculación estrecha del estado, la empresa y la universidad. Por tal razón, como política del gobierno colombiano se han planteado estrategias como el programa Ondas que permite que los niños y niñas entren en el laberinto de la investigación de manera que se apropien de la percepción del mundo

que los rodea (Marco Raul Mejía, [www.colciencias.gov.co](http://www.colciencias.gov.co)) mediante la búsqueda de respuesta a preguntas indagadoras formuladas por estudiantes con la orientación de un maestro. Igualmente, buscando el fortalecimiento de las capacidades investigativas en la Universidad, por primera vez Colciencias apoya semilleros de investigación de las Universidades. En este trabajo se resumen las lecciones aprendidas del proceso de formación que se adelantó con el semillero de investigación en ingeniería Civil SIIC apoyado por Colciencias en el marco de la convocatoria 617 de 2013.

## 2. Antecedentes históricos

El semillero de investigación en Ingeniería Civil SIIC, previo a la convocatoria 617, había convocado a los estudiantes interesados desde primer semestre hasta décimo para que formularan una propuesta de investigación de manera que la población estudiantil pudiera apropiarse vivencialmente del quehacer investigativo para resolver un problema del entorno. Respondieron al llamado estudiantes de primero a séptimo semestre de formación. Entonces, se organizaron reuniones para orientar las etapas fundamentales del método científico en el grupo. Teniendo en cuenta que las habilidades de los participantes eran diferentes se desarrolló un curso para que se nivelaran las competencias comunicativas orales y escritas de los asistentes y otro para la parte técnica. Las técnicas para transferencia de conocimiento modalidad oral o escrita fueron reforzadas en el Curso de formación en y para la investigación ofrecido en trabajo colaborativo con el semillero Bisemic de la Facultad de Ingeniería Electrónica.

Para la nivelación en la parte técnica se organizaron equipos de trabajo en donde los estudiantes de más alto nivel les enseñaban su experiencia a los estudiantes de primeros niveles de formación. Se observó compromiso por parte de los estudiantes de primer semestre que pudieron participar en los eventos de divulgación y se apropiaron del conocimiento adquirido como si hubiesen recibido la instrucción teórica; es importante destacar en esta parte que se comprobó que el ejercicio experimental afianza los conceptos, permite que el educando cree su conocimiento y después cuando se acerca a las asignaturas en donde debe hablar de los temas abordados en el laboratorio, se familiariza más el proceso de aprendizaje. Durante la ejecución de las pruebas experimentales asociadas a la propuesta formulada los estudiantes participaron desde la solicitud de compra de los materiales hasta los ensayos finales en las máquinas especializadas para los ensayos mecánicos de los muretes que fueron preparados.

Finalmente, como una estrategia para la transferencia del conocimiento adquirido, el semillero SIIC organizó un curso ofrecido a los estudiantes de primer semestre de Ingeniería Civil titulado Identificación de variaciones en el comportamiento mecánico de cemento modificado con ceniza y limalla, en el cual se comentó a los jóvenes estudiantes sobre la dinámica del semillero y los beneficios recibidos por parte de Colciencias para adelantar el estudio de investigación realizado.

### 3. Metodología seguida en el trabajo con el semillero

Se inició con la socialización de la propuesta de investigación a los nuevos integrantes. Posteriormente, el desarrollo de esta propuesta de investigación por parte del semillero siguió las etapas indicadas en la metodología de trabajo establecida para la investigación presentada:

- Se llevó a cabo la caracterización del material granular, la limalla y la ceniza. En cuanto al material granular (arena) se hicieron los ensayos correspondientes para análisis de la distribución de tamaños, módulo de finura y gravedad específica. Con respecto a la limalla, se acordó trabajar con aquella limalla que tuviera un tamaño pasa el tamiz No. 3/8" con el fin de garantizar que este residuo se comportara como un material fino. Finalmente, a la ceniza se le hizo análisis granulométrico y se clasificó según la norma técnica Colombiana 3493 (Icontec, 1993) y la Icontec 4019 (Icontec, 1995).
- En cuanto al cemento, se analizó la gravedad específica y el tiempo de fraguado de solo cemento y de cemento con ceniza (Icontec, 2004b).
- Los especímenes de mortero fueron preparados siguiendo las indicaciones de la norma técnica Colombiana 220 correspondiente (Icontec, 2004a). La prueba mecánica de los especímenes se realizó a las 24 h, 3 días, 7 días y 28 días. (Figura 1).



Figura 1 Preparación de la formaleta, organización del área de trabajo y especímenes etiquetados

- Los muretes fueron preparados una vez se identificaron los mejores comportamientos mecánicos de los morteros.

Adicionalmente, teniendo en cuenta que existía un compromiso de formación en investigación los integrantes del semillero participaron en el **ciclo de formación en y para la investigación** y se encargaron de organizar el curso de transferencia de conocimiento **Identificación de variaciones en el comportamiento mecánico de cemento modificado con ceniza y limalla**. Así mismo, los integrantes se organizaron para preparar el artículo científico.

#### 4. Resultados sobresalientes

En general, el equipo de trabajo obtuvo reconocimiento meritorio por el trabajo presentado así como también realizó actividades de transferencia de conocimiento adquirido. (Figura 2).



Figura 2 Certificado de participación en divulgación, programa de formación y desarrollo experimental

Reconocimiento meritorio: La presentación del semillero de investigación SIIC permitió la clasificación del semillero al evento nacional de RedColsi. Adicionalmente, SIIC recibió el certificado de reconocimiento meritorio en Encuentro de Semilleros REDECCI del Sistema Universitario de la Universidad Pontificia Bolivariana. En este encuentro participaron proyectos de estudiantes de las seccionales de Bucaramanga, Montería y Palmira y de la sede Principal en Medellín.

Curso Formación en y para la investigación. En este curso se brindaron estrategias de cualificación a nivel de técnicas de comunicación oral y escrita. Participaron, además de los estudiantes del SIIC estudiantes de otros semilleros. Este curso fue organizado en colaboración con el semillero Bisemic, y la logística de la actividad la manejó el semillero Bisemic. La preparación de los ponentes fue realizada por ambos semilleros.

Curso técnico Identificación de variaciones en el comportamiento mecánico de cemento modificado con ceniza y limalla. Esto fue una iniciativa del semillero SIIC para llevarle a la comunidad académica los conocimientos adquiridos durante el proceso de desarrollo de la investigación. Fue una experiencia en la cual participaron los estudiantes de primer semestre de Ingeniería Civil, con un cupo limitado de participantes en razón a la disponibilidad del laboratorio.

Lineamiento técnico para el uso de cenizas y limalla en morteros. El semillero SIIC realizó la transferencia de conocimiento adquirido sobre el uso y manejo de la limalla y la ceniza en morteros. Adicionalmente, preparó los protocolos técnicos para el uso de estos residuos en morteros.

## 5. Hallazgos Relevantes

El semillero de investigación de Ingeniería Civil SIIC funciona con el sistema de Escuela Nueva con el cual ha sido posible que los estudiantes de los primeros niveles de formación puedan participar en las actividades que se realizan desde la revisión bibliográfica hasta la ejecución de ensayos técnicos e interpretación de resultados. Con el fin de vincular a los participantes, se desarrolló una propuesta de investigación que permitiera la integración de los participantes. Aunque la temática inicialmente planteada por los integrantes correspondía a temas de formación más avanzada, el apoyo del docente guía orientó el trabajo hacia un tema que fuera de fácil apropiación por parte de los integrantes: preparación de morteros.

En este estudio se trabajó con mortero que es una mezcla de cemento, arena, agua y en ocasiones aditivos que son sustancias que le pueden dar buena calidad al material (Sánchez de Guzmán, 2000). Por parte del grupo de Investigación DeCoR se acordó trabajar con este material porque los conceptos técnicos pueden ser transferidos de "generación en generación" mediante la práctica realizada por los estudiantes con mayor nivel de formación. Los participantes pudieron comprobar que la adición de agua confiere mayor manejabilidad al mortero tal como lo plantea la Norma Técnica Colombiana NTC 111 pero genera disminución en la capacidad de resistencia a compresión.

Adicionalmente, los participantes pudieron comprobar que la adición de residuos industriales puede ayudar a mejorar la resistencia mecánica. Particularmente, pudieron comprobar que la ceniza retarda el tiempo de fraguado de una mezcla y que la limalla mejora la resistencia a compresión tanto de morteros convencionales como de morteros sometidos a ambientes salinos.

En cuanto a la ceniza, la caracterización arrojó un peso específico cercano a los 2.36 g/cm<sup>3</sup> inferior al valor de 2.90 g/cm<sup>3</sup> reportado por Santaella (2001) para las cenizas de carbón. Se encontró además que la incorporación de ceniza disminuye la cantidad de agua para mezclado y disminuye la segregación de la mezcla. Sin embargo, se observó también que la ceniza, a escala laboratorio, debe secarse porque adquiere fácilmente humedad del medio. Los ensayos granulométricos reportados por el semillero permitieron comprobar la naturaleza fina de la arena, con módulo de finura promedio de 2.78, con bajo contenido de materia orgánica y una gravedad específica de 2.50 g/cm<sup>3</sup> para el agregado fino.

## 6. Conclusiones

Se lograron comprobar las propiedades mecánicas de morteros modificados con ceniza y limalla y la afectación de estos residuos en las propiedades mecánicas del mortero vinculando en la parte experimental a estudiantes del semillero de ingeniería civil SIIC. Para ello, se siguió el método científico de cuyos avances se realizó la transferencia a estudiantes de primeros niveles. Además, los estudiantes pertenecientes al semillero tuvieron la oportunidad de participar en eventos en los cuales presentaron hallazgos preliminares.

Este proyecto fue ejecutado por un grupo de estudiantes de primero a noveno semestre de formación. El grupo se mantuvo activo porque se desarrollaron actividades experimentales que despertaron el interés de los participantes. Adicionalmente, a lo largo del desarrollo de este trabajo, fue posible que se capacitaran varios estudiantes en temáticas asociadas a la labor investigativa. Se tiene la expectativa que el grupo de estudiantes capacitados se mantenga y que por lo menos esa población beneficiada ayude a divulgar la labor investigativa y sea un aliciente para la retención académica de los estudiantes en el programa de civil. Actualmente, los estudiantes están preparando un artículo para ser enviado a una revista.

## 7. Referencias

- ICONTEC, Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación, Norma 220, DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA DE MORTEROS DE CEMENTO HIDRÁULICO USANDO CUBOS DE 50 mm ó 50,8 mm DE LADO, Bogotá, 2004a.
- ICONTEC, Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación, Norma 111, ESPECIFICACIONES PARA LA MESA DE FLUJO USADA EN ENSAYOS DE CEMENTO HIDRÁULICO, Bogotá, 2004b.
- ICONTEC, Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación, Norma 3493. INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA. CENIZAS VOLANTES Y PUZOLANAS NATURALES, CALCINADAS O CRUDAS, UTILIZADAS COMO ADITIVOS MINERALES EN EL CONCRETO DE CEMENTO PORTLAND, Bogotá, 1993.
- ICONTEC, Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación, Norma 4018, INGENIERÍA CIVIL Y ARQUITECTURA. ESCORIA DE ALTO HORNO GRANULADA Y MOLIDA PARA USO EN CONCRETO Y MORTEROS, Bogotá, 1995.
- SANCHEZ DE GUZMAN, Diego. Tecnología del concreto y del mortero. Biblioteca de la construcción. 5 ed. Santafé de Bogotá, D.C. - Colombia: Bhandar Editores, 2000. 349 p.
- SANTAELLA L. E., Caracterización fisicoquímica y mineralógica de las cenizas volantes, Revista Ciencia e Ingeniería Neogranadina, Universidad Militar Nueva Granada, Volumen Julio 010, pp.47-62.

## Sobre los autores

- **María Fernanda Serrano Guzmán:** Doctor en Ingeniería Civil, Docente Titular, Universidad Pontificia Bolivariana Seccional Bucaramanga, [mariaf.serrano@upb.edu.co](mailto:mariaf.serrano@upb.edu.co), autor responsable de la correspondencia.
- **Norma Cristina Solarte Vanegas:** M. Sc. Tránsito y Transporte, profesor Asociado en Ingeniería Civil, [norma.solarte@upb.edu.co](mailto:norma.solarte@upb.edu.co).
- **Luz Marina Torrado Gómez:** M. Sc. Geotecnia, profesor Asociado en Ingeniería Civil, [luz.torrado@upb.edu.co](mailto:luz.torrado@upb.edu.co)

---

Los puntos de vista expresados en este artículo no reflejan necesariamente la opinión de la Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería.

Copyright © 2015 Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería (ACOFI)