

# INNOVACION EN EL SECTOR DE LA CONSTRUCCION Y POTENCIAL DE APLICACIÓN EN COLOMBIA

**Ing. Rodrigo N. Quimbay Herrera, MSc.**

Ingeniero Civil Universidad Nacional de Colombia, Magister en Ingeniería Civil, Ingeniería y Gerencia de la construcción, Universidad de Los Andes. Estancia de investigación e intercambio tecnológico Instituto Chileno del hormigón ICH, ministerio de la construcción de Cuba Micons y Universidad de Sheerbrooke Quebec, Canada. Se ha desempeñado en la gerencia técnica de la industria del concreto y como asesor-consultor de gerencia en la industria de la construcción. Ha sido consultor e interventor en proyectos de infraestructura y edificaciones de empresas de construcción en Colombia. Amplia experiencia en gestión de innovación, investigación y desarrollo con empresas de la construcción y sector industrial de materiales para la construcción del sector privado. Docente y consultor en extensión facultad de ingeniería de la Universidad Nacional de Colombia, experiencia docente y en coordinación de proyectos de Grado Universidades Nacional, Piloto, Javeriana, Militar, America y Minuto de Dios. Miembro de los comités técnicos del ICONTEC en construcción sostenible, innovación y concretos. Miembro de los comités internacionales de normalización ASTM C09 e ISO TC71. Ha sido conferencista de la Universidad Nacional de Colombia, Sociedad colombiana de ingenieros, Icontec, Aicun, universidad Piloto de Colombia, Escuela colombiana de ingeniería. Consultor en gestión y construcción, innovación, materiales y estructuras, patología de la construcción y del concreto, Interventoría y Supervisión Técnica de construcción.

## ANTECEDENTES

Son muchas las razones por las que las empresas de construcción y la industria de materiales de construcción pueden implementar la innovación en todos sus procesos, incluyendo el uso de nuevas tecnologías constructivas, desarrollo y uso de materiales optimizados, nuevos métodos de control, aplicación de tecnología y equipos y modelos de gestión hacia la innovación, sin embargo en Colombia aun no se han explorado y aplicado a fondo estos aspectos en la gestión en el sector de construcción por múltiples factores de tipo administrativo, limitaciones en la visión, por falta de gestión y generación de valor competitivo, falta de gestión para la competitividad. Para conocer lo que sucede en nuestro entorno es importante conocer las motivaciones y beneficios que genera la innovación cuando se aplica a las diferentes empresas del sector, pero también identificar la problemática local colombiana para la búsqueda de soluciones que permitan un sector más competitivo conforme al avance mundial.

El primer paso para avanzar en la innovación está en que las empresas del sector, incluido el sector industrial de la construcción y de los materiales (industria del concreto) tengan una visión dispuesta a innovar (incluida la investigación), conozcan e implementen sistemas de gestión de la innovación, conforme los desarrollos de la normativa nacional e internacional actual. Los estudios realizados en Canada así como las aplicaciones permiten comprender que un sistema de la innovación en la construcción concebido desde el estado y con sectorización fuerte, con gestión continua y apoyado por una alta actividad de investigación con alianza en el sector productivo y universitario, es el mejor esquema, pero siempre pensando en la aplicación de la investigación (la innovación e investigación vista como exitosa si se aplica en el entorno), en el mejoramiento de la normalización y en la innovación aplicada. Países europeos como España, por ejemplo, en periodos de tiempo de unos cinco años de seguimiento en innovación en construcción demuestran un conjunto amplio de propuestas que reflejan modelos explicativos de la gestión de la innovación. Los aspectos más importantes detectados en cuanto a la gestión de la innovación en las empresas de construcción también en países latinoamericanos como Chile, permiten detectar que la innovación en la construcción es una herramienta de solución a una alta presencia de problemas técnicos, aun cuando en general se pueda mejorar la relación de innovación-estandarización, de la problemática para el cumplimiento con los requisitos del cliente y una gestión de la alta dirección con deficiencias.

La industria de la construcción en cuanto a innovación y en especial en Colombia se encuentra rezagada con respecto a: el nivel tecnológico alcanzado en otros sectores de la industria; el nivel tecnológico alcanzado en la investigación tanto en productos de construcción y técnicas constructivas, así como; el nivel de desarrollo de la construcción en otros países. Diversos factores influyen en la lentitud en que se adoptan los nuevos avances tecnológicos en nuestro medio. Entre estos factores encontramos: (i) las empresas constructoras son altamente conservadoras y adversas al riesgo; (ii) hasta la fecha éstas no han encontrado la necesidad de mejorar sus procesos ya que la rentabilidad que han obtenido los ha satisfecho; (iii) sus competidores son también altamente conservadores. Estos factores generan una cierta inercia de la industria de la construcción ante el cambio y la modernización. Así pues, son pocas las empresas que vislumbran las innovaciones tecnológicas como oportunidades poderosas de generar negocios. Sin embargo, las circunstancias están cambiando substancialmente debido a una serie de factores, entre los que se encuentra una creciente difusión tecnológica tanto nacional como extranjera, un mayor potencial del sector constructor tanto por gestión estatal como privada y por las crecientes necesidades de competitividad. De mantenerse esta situación, las empresas constructoras colombianas pueden estar perdiendo competitividad lentamente sin saberlo, hasta desaparecer por la competencia agresiva.

Para que una innovación tecnológica se produzca, es obviamente necesario que exista dicha tecnología. En el caso de la construcción en nuestro medio, este punto no es un problema mayor. La industria de la construcción en Colombia, así como en muchos otros países de Latinoamérica, se caracteriza por su bajo nivel tecnológico. Es bastante posible luego de estudiar las tendencias en el sector de construcción de edificaciones, por ejemplo, que se puede apreciar que tanto los sistemas constructivos así como los diseños y materiales empleados no han tenido un avance notable, son prácticamente los mismos que los utilizados en los años pasados, ya sea por la falta de gestión tecnológica de las empresas, por la falta de incidencia del diseño para lograr innovación, por una política empresarial conservadora, por poca visión de la necesidad de mejorar la competitividad, por falta de voluntad o disposición de recursos, centralización solo al “cumplimiento de proyectos” o compromisos de ejecución, deficiencia de la organización al interior de las compañías, falta de conocimiento de innovaciones, ausencia de interés, etc. A diferencia de otras industrias, la asimilación de los desarrollos tecnológicos en la construcción es un proceso bastante más lento.

## **Innovación en Colombia**

El panorama de la innovación para el país es variado y tiende a desconocerse su potencial. Según la publicación “Encuestas, datos y descubrimiento de conocimiento sobre la innovación en Colombia”, de Colciencias y la Universidad Nacional de Colombia, 2009, pese a las presiones competitivas y a las políticas de estímulo, son pocos los esfuerzos de inversión realizados en innovación en el país. Según las cifras del OCyT (2008), la inversión en actividades de I+D apenas alcanza el 0,16% del PIB registrado en el 2007. Una comparación internacional muestra que los esfuerzos realizados son inferiores al promedio de América Latina. La desproporción es amplia cuando se observa que, por ejemplo, el PIB de Estados Unidos es cinco veces el de América Latina y los recursos invertidos en I+D son 27 veces más altos. Frente a Colombia esa diferencia es mayor.

Se debe agregar a lo anterior dos hechos: (i) mientras en países desarrollados como Estados Unidos las empresas contribuyen con el 64,9% de la inversión nacional, en Colombia llega al 42,6% (Red Iberoamericana de Indicadores de Ciencia y Tecnología [RICyT], 2007; OCyT, 2008; CPC, 2007); (ii) en el 2008, la política se vuelve a plantear el desafío de elevar en el 2010 la inversión en CTI al 1% del PIB (Colciencias, 2008). Sin ahondar en el balance de los resultados de más de una década de políticas explícitas de fomento a la inversión en CTI, que desborda los objetivos de este trabajo, una inversión en I+D que no supera el 0,16% del PIB y el hecho de que después de una década de la primera formulación.

En 2008 se vuelve a plantear como meta una inversión del 1% para el 2010, cuando la dinámica del cambio técnico y el escenario competitivo han elevado sustancialmente las necesidades de inversión en CTI, indican que los esfuerzos de la política no han sido eficaces en el propósito de elevar la inversión pública y privada en estas actividades. En este frente el desafío para la política es enorme. En ese contexto, es apenas lógico que los avances registrados entre 1995 y 2005 por parte de las encuestas de innovación sean inferiores a los retos competitivos del país. De hecho, entre el 42% y el 51% de las empresas industriales del país no innovan y apenas entre el 5,8% y el 9,1% generan innovaciones que otorgan competitividad internacional (Malaver y Vargas, 2005 y 2006; CPC- 2007, Colciencias, 2008).

En investigaciones de la citada referencia de Colciencias, se detectó que unas pocas empresas son innovadoras de producto, cuya característica representativa es que la fuente de la innovación es externa y proviene de los clientes. Aquí podría observarse un carácter reactivo de la innovación a las presiones de la competencia. Las demás empresas (271) no son innovadoras de producto. Las empresas innovadoras de proceso se caracterizan por que su fuente de innovación son los directivos o los clientes. Aquí se sitúa la gran mayoría de empresas incluidas en el estudio, lo cual revela una mayor frecuencia de la innovación de proceso frente a la de producto, pero unas características comunes, asociadas de nuevo a la dependencia de la innovación frente a la iniciativa de los directivos o a la reacción a circunstancias inducidas por la competencia.

Los resultados muestran que en el 61,3% de las empresas innovadoras en general (no de construcción) de producto la fuente usual de la innovación es interna y proviene de los directivos del establecimiento. Esto puede estar asociado al carácter informal y no sistemático de la innovación, como lo señalan Duran *et al.* (1998) y lo corroboran otros estudios (Vargas, Malaver y Zerda, 2003). En pocas empresas, la fuente de la innovación es externa y proviene de los clientes. De esta manera, se configura una dinámica de la innovación inducida principalmente por las iniciativas de los directivos y en respuesta al mercado. Sin embargo, un grupo significativo de empresas innovadoras de producto tiene como fuente interna de la innovación la actividad permanente y organizada de I+D. Esto indica la existencia de un núcleo de empresas que desarrolla una gestión formal y especializada de la innovación con un importante respaldo en la I+D. Las empresas innovadoras de proceso, por su parte, son más numerosas que las innovadoras de producto, se caracterizan por que su fuente de innovación son los directivos o, en su defecto, los clientes y muestran una clara similitud con las innovadoras de producto.

## PLAN DE ACCION PARA LA INNOVACION

Para innovar es necesario un análisis de los procesos internos de la empresa, de los potenciales en el sector, del análisis de la competencia, cada caso específico por proyectos, de cada proyecto de construcción específico, y del entorno nacional y desarrollo mundial. Identificar, desarrollar y transferir una solución innovadora requiere una labor de difusión, la implementación de la vigilancia tecnológica y la gestión del conocimiento en la empresa y de la aplicación en la organización. Normalmente el principal beneficio de la gestión de la innovación es un aumento de la capacidad técnica del sector, acompañado por una ventaja competitiva, que redundará en beneficios económicos, siendo identificado que los obstáculos principales de la innovación son la priorización de los procesos de producción y la falta de apoyo de los líderes de la empresa. El desempeño innovador está relacionado con la capacidad de gestión de recursos, capacidad de I+D (investigación y desarrollo), pero al mismo tiempo la capacidad para planeación estratégica y organizacional determina la cultura interna apropiada para generar ideas innovadoras, gestionar y asimilar la innovación, que alimenta una mejor gestión productiva para generar una mayor competitividad.

Los escenarios propicios para la gestión de la innovación en el sector empresarial de la construcción normalmente obedecen a los siguientes situaciones:

- Aumento de vínculos entre la Empresa Constructoras y la Universidad
- Interés de la gerencia en la innovación y en su gestión
- Interacción para la innovación en el sector y visión sistémica (continua) de la misma
- Generar Incubadoras de Empresas Innovadoras en el sector
- Implementar Contratos de Investigación y Desarrollo o departamentos específicos en la empresa
- Propiciar las pasantías enfocadas a IDI de estudiantes de postgrado y docentes en las Empresas
- Realizar Estancias de Profesionales en la Universidad y proyectos de extensión
- Implementar infraestructura o Instalaciones Compartidas o Coadministradas para IDI
- Participar en Parques Tecnológicos y alianzas estratégicas para innovación y competitividad
- Propiciar la participación en comités de normalización, competitividad y directorios conjuntos
- Realizar Asesorías especializadas para mejorar la gestión de innovación en la empresa constructora
- Generar gestión de comparación en competitividad con las empresas de otras regiones o países

## TIPOS DE INNOVACION PARA EL SECTOR DE LA CONSTRUCCION Y ASPECTOS DE INCIDENCIA

Se deberá considerar durante el proceso de selección y evaluación de cierta innovación tecnológica, que ésta no será necesariamente recomendable en todos los casos, para todas las compañías y para todos los proyectos. La aplicación de productos o técnicas innovadoras implica un riesgo inherente al hecho que aquellas no han sido utilizadas previamente por la empresa constructora. Existen diversas ocasiones en donde podría ser más conveniente aplicar técnicas constructivas o productos que no representan el estado del arte en un determinado momento (el costo de la mano de obra podría ser extremadamente baja en un algún caso, por ejemplo). Las innovaciones, pese a que pueden ser muy prometedoras, tienen siempre una probabilidad (por pequeña que sea) de fracasar en la práctica. Por lo tanto, fuera de estudiar la innovación tecnológica propuesta así como el efecto que tendrá ésta en el resto de las operaciones, es de vital importancia evaluar si los beneficios de aplicar técnicas innovadoras son suficientes para cubrir los riesgos que ésta representa. Por cierto, cada empresa tenderá a evaluar si es que está dispuesta a incorporar dichas innovaciones, dependiendo de su capacidad de asumir riesgos. Por otra parte, generalmente las innovaciones con mayor riesgo envuelto tenderán a generar mayores ganancias para la empresa. A continuación se discuten circunstancias en las que es especialmente favorable incorporar innovaciones tecnológicas. Nótese que los dos primeros están relacionados a factores que fuerzan a las empresas constructoras a que adopten las innovaciones, mientras que las dos últimas están más fuertemente ligadas a la visión que los empresarios puedan tener para ubicar y captar oportunidades que ofrece la innovación.

**Innovación Tecnológica debida a un requerimiento Técnico:** Existen circunstancias en las que se requiere necesariamente desarrollar una tecnología innovadora que reemplace a los sistemas constructivos convencionales, debido a que las leyes del estado o las condiciones físicas de construcción así lo exigen. El primer caso es típico de las nuevas reglamentaciones relacionadas a la protección del medio ambiente. Las regulaciones en este sentido son cada vez más restrictivas, y por lo tanto son de alguna manera una fuente de búsqueda de nuevas tecnologías. La construcción de proyectos completamente atípicos, generalmente, también plantea en mayor o menor grado el reto de la innovación al diseñador/ constructor. En este último caso, sólo podrán participar en dichos proyectos las empresas constructoras que tengan la capacidad tecnológica para acondicionarse a las condiciones

especificadas del proyecto. Por lo tanto la capacidad de innovar creará un *margen competitivo* alto para la empresa, lo que probablemente le permitirá elevar los excedentes provenientes de la construcción del proyecto.

***Innovación Tecnológica generada por la Demanda Competitiva del Mercado:*** En el caso que una determinada empresa constructora logre un margen competitivo apreciable debido al desarrollo de un método constructivo que deje detrás al resto de la competencia, o en el caso que una empresa logre ganar gran parte de un mercado debido a su constante innovación tecnológica, se generará gran atención del resto de las empresas constructoras para aprovechar la ventaja tecnológica que posee dicha empresa. Por lo tanto, el resto de las empresas pondrán un esfuerzo particular en desarrollar tecnologías similares a la de la empresa con tecnología de punta para poder tener el mismo (o mayor) nivel de competitividad. Esta es una de las razones por las que las *empresas innovadoras* deben generar productos y técnicas novedosas de manera continua para poder mantenerse en el liderazgo.

***Innovación Tecnológica para Reducción de Costos y/o tiempos de Construcción:*** Probablemente el caso más frecuente que impulsa la innovación tecnológica en la construcción es la reducción de tiempos y costos. Pese a que la innovación no es necesariamente requerida, el empresario con buena *visión de oportunidad empresarial*, determinará que dicha innovación generará una ventaja con respecto a su competencia. Este beneficio de la innovación está íntimamente relacionado con una *mayor competitividad* de las empresas. Como ya se ha mencionado, los mercados son cada vez más disputados, lo que hace que los márgenes de ganancia de las empresas que puedan subsistir a la competencia sean paulatinamente más reducidos. Ahora, adicionalmente a la competencia local aparece la competencia internacional, lo cual se vaticina va a ser incluso más grave con la incorporación de empresas extranjeras y a otros acuerdos internacionales. Pese a que algunas empresas constructoras están profundamente comprometidas en mejorar sus métodos constructivos a través de una continua búsqueda de métodos que les representen ahorros tanto en costos directos así como en costos relacionados con la reducción de tiempos de construcción, muchas otras parecen estar esperando que las mejoras en sus empresas aparezcan por sí solas, como si las innovaciones tecnológicas se produjesen por "generación espontánea".

***Innovación Tecnológica Relacionada a Una Mejora en la Calidad y/o Reducción del Impacto al Medio Ambiente:*** El concepto de calidad está creciendo rápidamente en nuestro medio, aunque lamentablemente a otro ritmo que el alcanzado en otros países con un mayor grado de desarrollo. El propietario de edificaciones es cada vez más exigente acerca de las características del inmueble que piensa comprar. Adicionalmente, la creciente competencia ofrece al comprador una extensa gama de posibilidades que le permite apreciar y escoger la calidad de construcción que más le parezca. Por lo tanto, el constructor no tiene demasiadas alternativas, más que adaptarse a los tiempos modernos, ofreciendo calidades constructivas más altas. Es probable que en muy poco tiempo aquellas empresas que no ofrezcan altas calidades de construcción irán quedando rezagadas hasta finalmente desaparecer. La velocidad en que esta situación se produzca, finalmente, depende básicamente de cómo se desarrolle el nivel de competencia en los próximos años. De manera similar, las empresas que mediante sus innovaciones tecnológicas ofrezcan una reducción en el impacto al medio ambiente que éstas produzcan, tanto durante la construcción de la edificación así como durante la utilización del inmueble, irán lentamente abarcando la mayor parte del mercado. Un ejemplo claro de este punto es la búsqueda de la innovación tecnológica que resuelva total o parcialmente el problema del desperdicio de energía. Aquella empresa que genere un sistema constructivo que ofrezca un ahorro substancial de energía mediante una reducción en la cantidad necesaria de calefacción, podría entonces poseer una herramienta muy poderosa para que dicha empresa tome el liderazgo en la construcción de viviendas. Nuevamente, la innovación tecnológica se traduce en una oportunidad para lograr *mayor competitividad* en la construcción.

### **Clima de Innovación dentro de la Empresa**

La mayor parte de las innovaciones tecnológicas provienen desde adentro de la empresa. Adicionalmente, cuando se ubica y se trata de introducir una innovación, la adecuada adaptación de la tecnología dependerá en gran parte de los empleados de la empresa. Por lo tanto, desde todo punto de vista es necesario favorecer un clima que impulse el desarrollo y asimilación de tecnologías innovadoras. Si la gerencia de la empresa se encasilla en la utilización exclusiva de métodos constructivos altamente probados, ello cohibirá a los empleados para desarrollar y utilizar tecnologías innovadoras. Por otra parte, gerentes que utilizan y promueven el uso de técnicas y productos innovadores crearán un clima de mejora constante. Para ello es necesario estar comprometido con el mejoramiento, dedicar los recursos necesarios para promover la innovación, promover autonomía de los empleados, y sobre todo tolerar los posibles errores que se puedan cometer<sup>1</sup>.

***Compromiso con el Mejoramiento continuo y el Kaizen:*** La participación de todos los integrantes de la empresa en el esfuerzo de la innovación tecnológica es fundamental. Para que la innovación se desarrolle y adapte a las características del país y de la empresa, y finalmente sea aplicada exitosamente, se requiere de un compromiso y entendimiento de lo que se pretende lograr con la innovación tecnológica y de mejoramiento de la calidad en gestión y en sitio (Kaizen). Es común encontrar profesionales de la construcción que no creen en el desarrollo tecnológico. En empresas en las que se encuentran estas situaciones, es muy poco probable que se pueda incorporar efectivamente mejoramientos tecnológicos.

Pese a que es necesario que todos los trabajadores de la empresa estén comprometidos con el cambio y la mejoría, *es fundamental que los gerentes lo estén*. Ellos serán los motores propulsores del cambio. Si estos fallasen en el afán de innovación, el fracaso de esta iniciativa está prácticamente garantizado. Sin embargo, este compromiso con la innovación se ve frenado por muchos factores que son bastante frecuentes de encontrar en las empresas constructoras. El empresario de la construcción deberá convencerse que pequeñas inversiones en mejoramiento tecnológico en el presente, producirán ganancias en el futuro. En este sentido se deberá perder en cierto modo la visión cortoplacista, tan común en nuestro medio. En la experiencia de los autores del libro, es también frecuente encontrarse con empresas que han avanzado significativamente en algún desarrollo tecnológico, y que opinan que "ya hemos avanzado tan lejos como podemos avanzar". Esto no es cierto en la mayoría de los casos, y generalmente este sentimiento va de la mano con que los procesos de desarrollo parecen interminables para el profesional de la construcción que no está acostumbrado a llevar a cabo este tipo de desarrollo. Existen casos en los que se han invertido sumas considerables de dinero en investigación y desarrollo de un producto específico, para luego ser detenidos muy cerca a la aplicación real de las innovaciones desarrolladas. Generalmente, en estos casos otras empresas son las que finalmente se benefician del esfuerzo de la empresa innovadora. Este es un error táctico que se debe evitar. Otro punto de suma importancia es el hecho de erradicar el concepto de: "esto no ha sido desarrollado por nosotros, por lo tanto no lo podemos usar". Es adecuado que se aplique un esfuerzo importante en adoptar tecnologías innovadoras que estén siendo empleadas por otras empresas tanto en el medio local, así como internacionalmente.

**Asignación de Recursos:** El profesional de la construcción deberá considerar que la innovación tecnológica tiene, en prácticamente todos los casos, un costo inicial. Este costo inicial, sin embargo, se ve completamente cubierto muy poco tiempo después, debido a la mayor eficiencia de los nuevos procesos o productos. La innovación es una inversión y debe entenderse como tal. Por lo tanto, *el profesional comprometido con el cambio tiene que tener claro que deberá asignar ciertos recursos para el mejoramiento tecnológico de su empresa*. Generalmente la mejor inversión, en cuanto a innovación tecnológica se refiere, es invertir en personal altamente capacitado. Esto se cumple desde los profesionales hasta los capataces y personal de obra en general. Aunque esto implique mayores costos a primera vista, generalmente estos costos adicionales se pagan rápidamente a través de una mayor productividad, y la generación continua de mejoras en los sistemas constructivos. Existen empresas constructoras en Colombia que han invertido en capacitación de su personal, en eventos o ferias, o directamente manejados por la gerencia, pero la proposición de ideas innovadoras a través de estos mecanismos resulta ser caprichosa en nuestro medio (quien quiere hacerlo por momentos, pero no es política continua), con resultados variables.

**Promover Autonomía:** Para generar innovaciones tecnológicas es recomendable promover que los empleados de la empresa gocen de cierto grado de autonomía. Si la gerencia proyecta una marcada rigidez en su administración, esto cohibirá buenas ideas, y posibles desarrollos debido al temor a probar alguna tecnología novedosa que pueda fracasar. La empresa deberá, por lo tanto, dejar cierto grado de libertad para tratar y experimentar con nuevas ideas dentro del proyecto.

**Tolerar o evitar posibles Errores:** La introducción de innovaciones tecnológicas, como cualquier otra inversión, tiene posibilidades de no concretarse en la práctica. La empresa innovadora deberá estar dispuesta a ver que algunos de los cambios tecnológicos no funcionen. En estos casos, los promotores deben evitar que la innovación se aplique sin un soporte de conocimiento fuerte en determinada empresa o proyecto. Es vital aislar la innovación del simple interés de beneficio económico para el proveedor de "productos innovadores", de "afanes de ser mas competitivos" o de intereses de diferente origen que generan presiones inadecuadas en los procesos de gestión y aplicación de la innovación en el sector.

Desafortunadamente en nuestro país se han presentado últimamente múltiples casos de innovaciones mal aplicadas en la industria de la construcción, materiales y equipos, generando consecuencias inadecuadas debido al afán de aplicar nuevos productos sin una adecuada gestión, por presiones comerciales de ventas, por aplicar modelos de consultoría que no implican cumplimiento de normativas generando riesgos altos, o por simple adaptación tecnológica sin tener en cuenta las diferencias que presenta el entorno colombiano.

## **PROBLEMÁTICA EN LA GESTIÓN DE LA INNOVACIÓN DEL SECTOR DE LA CONSTRUCCIÓN EN COLOMBIA**

En el entorno colombiano del sector de la construcción se destacan en general entornos de desconocimiento en cuanto a la posibilidad de aplicación de una gestión de la innovación, ya sea por una política conservadora de los líderes empresariales, por dificultades en la actualización tecnológica, por falta de voluntad y organización empresarial, por la naturaleza del sector menos susceptible al cambio, por desinterés o "falta de necesidad", por pobre formación integral gerencial, por desconocimiento de beneficios, por generación de una imagen superficial de competitividad, por falta de acercamiento a instancias que procuren la innovación o simplemente porque se ve a la innovación con prejuicios de riesgos sobretodo económicos sin comprender beneficios.

En general los factores detectados en el sector constructor que generan dificultad en la implementación de la innovación los siguientes aspectos:

- 1- Excesivo tradicionalismo organizacional al interior de las empresas del sector, incluyendo una muy pobre cultura organizacional enfocada a la innovación e investigación y por lo tanto a su aplicación.
- 2- La innovación no se identifica como un proceso, o como un sistema de gestión de proyectos con actividades continuas, sino como acciones aisladas que normalmente se motivan por economía de costos a lograr.
- 3- La gestión de calidad que permitiría una puerta a la gestión de innovación en la empresa no se aplica o se aplica de manera documental sin tener en cuenta la "calidad e innovación in situ".
- 4- Normalmente la industria de la construcción asimila innovación en nuevos materiales (por ejemplo de la industria del concreto), productos mejorados, innovación o nuevos equipos o tecnologías constructivas de manera muy lenta.
- 5- Dependencia del avance local y nacional frente al avance internacional en cuanto a la asimilación y uso de nuevas tecnologías en materiales y procesos, adaptación de innovaciones en nuevos equipos y maquinaria en función de la gestión de la industria internacional, pobre conocimiento y de uso intensivo de la nueva normativa de construcción (incluyendo normativa para materiales de construcción).
- 6- Los consultores de diseño en el sector de la ingeniería y arquitectura en general no están muy motivados a innovar, por obstáculos de gestión y de beneficios, ya que la innovación nace más como una acción vertical que depende de la aprobación o iniciativa del gerente, del director de construcción o director de proyectos.
- 7- No existe una cooperación muy fuerte y eficiente entre la industria de la construcción con el sector universitario enfocada a la innovación como gestión sistémica y aplicada, solo en algunos casos particulares se genera una cooperación centrada en desarrollo de proyectos con la participación de ambos actores (por ejemplo realización de tesis de grado, pasantías o proyectos específicos).
- 8- La actual normativa para la gestión de la innovación no es muy reconocida por las instancias directivas de las compañías constructoras y de empresas de materiales de construcción, por lo que su aplicación es muy escasa, o se malinterpreta su existencia.
- 9- La interacción del sector universitario con la industria no genera una sinergia enfocada a la aplicación de innovación de manera generalizada, ya por alejamiento o recelo del sector universitario, ya por el desinterés o falta de comunicación del sector empresarial.
- 10- La calidad y la innovación en instancias directivas y gerenciales se siguen percibiendo como valores adicionales, y muchas veces como gastos innecesarios, aun cuando la mayoría de empresas de construcción en Colombia posean ya un sistema de gestión de calidad al interior de sus organizaciones.
- 11- El estado del arte y difusión de innovaciones en nuevos materiales de construcción, tecnologías, sostenibilidad, procesos constructivos, equipos, maquinaria y software está centralizado en la mayoría de los casos en las universidades y los eventos del sector no tienen un impacto muy fuerte para conformar una cultura innovativa generalizada en las empresas.
- 12- Normalmente la dinámica de conocimiento y uso de las innovaciones en la industria de la construcción (incluida la industria de los materiales de construcción) obedece a exigencias específicas de proyectos de construcción puntuales, de la nueva normativa del sector o de exigencias del diseño, y a una difusión de eventos de índole comercial generada por las agremiaciones, con participación de empresas proveedoras que involucran mayormente adaptación tecnológica de productos, maquinaria y equipos.
- 13- Los gerentes de proyectos son reacios a una visión de innovación continua, pues esta gestión para innovar obedece más a situaciones financieras de las compañías, necesidades específicas, obligatoriedad, casos puntuales o exigencias particulares de los diseñadores o consultores de los proyectos de construcción.
- 14- Se conoce al interior de la industria de la construcción muy poco sobre la gestión de innovación, sobre las entidades nacionales privadas y públicas que la incentivan, sobre las metodologías o mecanismos de gestión y fuentes de financiación de proyectos de IDI y se desconocen o malinterpretan los potenciales beneficios de la aplicación de la innovación en general y de la gestión de la innovación en particular (se ve la innovación más como un gasto innecesario que como una inversión para beneficios y competitividad).

## **POTENCIAL DE INNOVACION DEL SECTOR DE LA CONSTRUCCION E INNOVACIONES TIPICAS ASIMILADAS POR EL SECTOR DE LA CONSTRUCCION EN COLOMBIA**

Uno de los objetivos de la innovación en la industria consistiría en que el porcentaje de procesos, productos, materiales, equipos y demás que impliquen innovación y que se apliquen por un plan de innovación aplicada sea mínimo del 10% respecto del total convencional de la compañía constructora. Así mismo en términos de competitividad y beneficios técnicos, sociales y económicos la innovación debe generar una participación continua en crecimiento respecto del total integral de crecimiento económico desarrollado por la compañía. Estos objetivos deben enmarcarse en un tiempo definido para la aplicación del sistema de gestión de innovación

que permita en un periodo fijo de tiempo (1 o 2 años o el escogido) tener resultados concretos materializados en beneficios, mayor sostenibilidad y competitividad.

Se identifican en general los siguientes aspectos y sectores potenciales para la innovación en el sector de la construcción en Colombia:

#### Maquinaria / Herramientas

- Necesidad de mayor Productividad, necesidad de mayor competitividad
- Necesidad de mejoramiento en la calidad de la mano de obra
- Búsqueda e inventivos para mejor desempeño ambiental del sector constructor
- Opción de más comodidad y necesidad de mayor seguridad para el trabajador
- Mejoramiento de Diseños, mayor comprensión de la durabilidad y sostenibilidad

#### Materiales / Productos

- Compuestos; soluciones constructivas más eficientes
- Materiales más durables y ecoeficientes, mayor uso de Prefabricados
- Instalación seca / sin fijaciones
- Más "tecnologías", más "atractivos"
- Sustentables; materiales naturales y reciclados

Se debe considerar también la necesidad de que los métodos, ensayos y normativa del sector, tanto en control de calidad de producción, como en control de materiales y de procesos constructivos involucren "el cambio" conforme el desarrollo tecnológico internacional actual y a las nuevas tendencias en diseño, métodos y ensayos de control e inspección durante la construcción (incluyendo la búsqueda de la durabilidad, sostenibilidad y sustentabilidad). Es en especial importante mencionar la necesidad de girar hacia la visión del diseño, control y normativa enfocada al desempeño, como incentivo importante para el avance de la gestión de la innovación en el sector de la construcción en Colombia.

Dentro de las innovaciones aplicadas por el sector de la construcción en Colombia en los últimos 10 años se destacan principalmente:

- 1- Potencial de aplicación de la construcción sostenible mediante la implementación de los criterios de los sellos nacionales e internacionales de certificación
- 2- Tendencia a aplicación de la gestión "Lean construction" o construcción sin pérdidas pero no de manera generalizada o para todo tipo de construcciones.
- 3- Factibilidad de uso de materiales de construcción más eficientes, industrializados, económicos y durables, incluyendo aquellos que se denominan sostenibles o ecomateriales.
- 4- Posibilidad de utilización de materiales de construcción más durables, resistentes y ligeros en los diseños de infraestructura de vivienda, edificación, puentes, vías, pavimentos, túneles y demás.
- 5- Uso de sistemas de cimbras y formaletería más versátiles, ligeros, seguros y económicos.
- 6- Incentivar la formalización del sector de la construcción, una mayor capacidad técnica y de gestión de los contratistas y una mano de obra o de producción más calificada.
- 7- Uso de nuevas tecnologías de la industria de materiales como concretos autonivelantes (autocompactantes?), bombeables, para sistemas industrializados de construcción.
- 8- Aplicación más generalizada de instrumentación geotécnica, del monitoreo de estructuras de concreto control in situ.
- 9- Asimilación de los criterios de construcción industrializada más eficiente y sin pérdidas, con enfoque a mayor durabilidad en la construcción de estructuras,
- 10- Aplicación de gestión ambiental de la construcción conforme exigencias y auditorías del gobierno distrital.
- 11- Tendencia a uso de materiales de mayor resistencia especificada para la estructura.
- 12- Factibilidad de uso de ensayos de control de materiales in situ para control por desempeño.
- 13- Posibilidad de aplicación de nanomateriales para la industria de la construcción y del concreto.
- 14- Optimización de la gestión de producción del concreto incluida automatización y mejoramiento de producción.
- 15- Aplicación de residuos de la construcción en diferentes tipos de materiales estructurales y no estructurales.
- 16- Implementación de software actualizado para los procesos de diseño, control de tiempos y costos en la construcción.

- 17- Uso de las TIC para optimización de la gestión en la construcción mediante teleconferencia, oficina virtual, teleseguimiento, optimización de herramientas computacionales en la construcción.
- 18- Optimización en la producción, reuso de materiales y aplicaciones de criterios sostenibles en la industria del concreto.
- 19- Desarrollo de nuevas tecnologías en productos químicos para la construcción (aditivos, resinas, plásticos, materiales compuestos, etc.)
- 20- Mejoramiento de la producción y uso de la industria de prefabricados en la infraestructura, con criterios de optimización de tiempos de ejecución y comportamiento.
- 21- Factibilidad de uso de criterios de diseño de estructuras por desempeño, incluyendo desarrollo de normativa de la construcción por desempeño y sostenible (cementos verdes de menor emisión de CO<sub>2</sub>, concretos y morteros más durables y aceros sostenibles).
- 22- Desarrollo de normativa para materiales de construcción de base cementicia (cementos, morteros, concretos, grouts) con criterios mixtos combinando visión prescriptiva actual con visión del desempeño.
- 23- Incentivar la IDI en sostenibilidad sísmica y sostenibilidad ambiental en diseños, procesos, materiales usados y infraestructura construida, pensando en aumentar la vida útil de lo construido.
- 24- Procurar el uso de cementos especificados por desempeño (ASTM C1157), cementos ecológicos, cementos activados y cementos de baja emisión o alternativos.

Es fundamental incentivar estrategias de innovación, de adaptación tecnológica de nuevos sistemas constructivos, de equipos, así como adaptación, desarrollo y uso de nuevos materiales y optimización de los existentes. La gestión de la innovación y su interrelación con la estructura organizacional de la compañía, con el sistema de gestión de la calidad y con la cultura organizacional es vital. Así mismo se debe tener en consideración una visión hacia inventar, con asignación de recursos para innovar. No debe entenderse como un gasto, ni como algo innecesario. La innovación es una herramienta para mayor competitividad. Los procesos innovativos deben incluir inteligencia tecnológica, inteligencia de mercados. La gestión de innovación debe permitir lograr una estructura enfocada a proyectos de desarrollo e innovación industrial, investigación tecnológica, formulaciones, patentes y desarrollos productivos que sean aplicados con éxito. Es prioritaria la visión de ecoeficiencia energética y la reducción de emisiones que aporta la industria de la construcción y de materiales. Es fundamental una gestión del conocimiento enfocada a la investigación de procesos y productos más eficientes, ecológicos-sostenibles y durables, con experimentación y prueba de nuevos materiales de manera responsable y tecnologías, investigación aplicada en adaptación de materiales, procesos constructivos y tecnologías TIC-software.

Es prioritaria la reducción de emisiones del sector de la construcción en Colombia, reducción de consumo energético, conservación de recursos naturales, usos de materiales reciclados y aprovechamiento de subproductos en materiales más funcionales, para lo cual se debe incentivar y aplicar la normativa sostenible del sector, los sellos de certificación ambiental nacional e internacional en construcción sostenible. La información al usuario y consumidor de la industria de la construcción, del concreto y demás materiales debe permitir cualificar el ciclo de vida y cualificar el comportamiento térmico, acústico y lumínico de la infraestructura construida, de los materiales usados, y priorizar aquellos que permiten mayor resiliencia ante cambio climático, como por ejemplo los materiales que disminuyen riesgos de inundaciones o efectos de islas de calor fuertes, así como los materiales más durables, ecoeficientes y con mayor competitividad en la relación beneficio integral/costo de uso.

## **CRITERIOS POR DESEMPEÑO A CONSIDERAR EN LA CONSTRUCCION**

Dentro de las innovaciones más importantes para el sector de la construcción está la aplicación de nuevos criterios de diseño y construcción por desempeño, incluyendo la visión de uso de materiales de construcción más eficientes, sostenibles y durables y normativas de control con ese nuevo enfoque.

Los aspectos a considerar que tienen afectación en la visión de construcción por desempeño y sostenibilidad son:

- 1- Constructibilidad incluida en el diseño.
- 2- Sostenibilidad como criterio de construcción.
- 3- Análisis de ciclo de vida de la construcción y materiales usados.
- 4- Gestión y diseño para uso eficiente de energía y agua.
- 5- Diseño que contempla sostenibilidad y sustentabilidad.
- 6- Diseño y uso de materiales más durables, diseñados y optimizados en comportamiento.
- 7- Reutilización de materiales y producción más eficiente.
- 8- Abandono de criterios prescriptivos y control de pruebas inadecuadas de laboratorio.
- 9- Control, monitoreo y mejoramiento de comportamiento en la misma estructura.



- 10- Control mas exigente a los procesos, ensayos y resultados de inspección.
- 11- Enfoque de diseño basado en durabilidad maximizada de materiales y proyectos.
- 12- Aplicación de innovaciones de la nanotecnología en la construcción.
- 13- Uso de ecomateriales o mayor eficiencia de materiales y disminución de aportes de GEI.
- 14- Uso de cementos y cenizas sinteticas de cero emisiones.
- 15- Equipos, materiales y procesos con mejores funcionalidades.

## **CONCLUSIONES RESPECTO DE LA INNOVACION EN EL SECTOR DE LA CONSTRUCCION EN COLOMBIA**

En el ambito empresarial, los resultados de estudios de la innovacion en Colombia (publicacion "Encuestas, datos y descubrimiento de conocimiento sobre la innovación en Colombia" de Colciencias y la Universidad Nacional de Colombia, 2009) señalan que la capacidad de la gestión para la Innovación y desarrollo (I+D) en el sector empresarial en el pais depende de la capacidad de gestion de recursos, capacidad de aprendizaje organizacional, capacidad de planeacion estratégica por parte de la gerencia, capacidad de produccion y capacidad de mercadeo.

El potencial para la gestión de la innovación en el sector de la construcción, incluida la industria de los materiales e insumos para la construccion en Colombia es muy alto, pero se desconoce en general sus beneficios y mecanismos. Es indispensable la difusión de la gestión de innovación para las empresas constructoras del país con miras a una mayor competitividad regional y nacional.

Son muchos los sectores especificos de trabajo para la innovación aplicada para la industria de la construcción, de materiales de construccion en Colombia, los cuales dependen normalmente de la gestión interna, sin una visión sistémica, por decisiones muy aisladas y puntuales, sin constituirse esta en una visión de largo plazo para las empresas constructoras, desconociendo su gran potencial, factor fundamental en la poca gestión de IDI y regazo en el sector en nuestro país.

En el sector empresarial colombiano, la importancia de generar procesos de aprendizaje organizacional que propicien la acumulacion de Ciencia y Tecnologia-CIT y la visión estratégica de la innovación como gestión continua, con miras a mejorar el desempeño innovador es fundamental, la que se veria reflejada en una posicion competitiva mas ventajosa para las empresas que la aplican y unas condiciones mas propicias para la generacion de riqueza, bienestar y desarrollo.

La asociacion entre CIT y el desempeño innovador debe ser significativa para el sector de la construccion. Es necesario que la politica de CTI modernice el sistema de financiacion de la innovacion y el desarrollo tecnologico basada en la creacion de modalidades de financiamiento para atender los requerimientos de los proyectos de innovacion empresarial: (i) cofinanciacion, (ii) riesgo compartido, (iii) financiamiento directo, (iv) capital semilla y (v) garantias para la innovacion (CONCyT, 1995b); con una meta de alcanzar ojala una inversion del 1% del PIB para las actividades de CTI.

La Politica Nacional de Fomento a la Investigacion y la Innovacion en Colombia, contempla en la gestión de innovación instrumentos de fomento para incentivar su aplicación que deben conocerse en el sector de la construcción e industria de materiales:

- Los dirigidos a apoyar el financiamiento de proyectos de I+D+i (recuperacion contingente, cofinanciacion, credito, riesgo tecnológico compartido y garantias).
- Incentivar los proyectos de innovación e investigación aplicada entre el sector universitario e industrial. Los incentivos tributarios para la investigacion y la innovación (deducciones y exenciones) ya están contemplados en Colombia.
- Aquellos para financiar la formacion de recursos humanos y otros apoyos (por ejemplo, vinculacion de investigadores a empresas o financiacion de registros de propiedad intelectual).
- Acciones para mejorar su efectividad: incrementar su divulgacion, agilizar el tramite asociado a los incentivos fiscales, mejorarla atractividad y el acceso al incentivo relacionado con la linea de credito, redefinir las condiciones de condonacion del instrumento de riesgo compartido, potenciar la cofinanciacion de los proyectos de I+D+i, promover los fondos de capital de riesgo.

La iniciativa para promover, incorporar y realizar gestión de la innovación en la construcción en Colombia es una gran oportunidad para el mejoramiento de la competitividad, implicando los beneficios derivados de su aplicación. Una política gerencial orientada a la innovación, incluyendo esta como una inversión estrategica es el componente principal del cambio que necesita el sector.