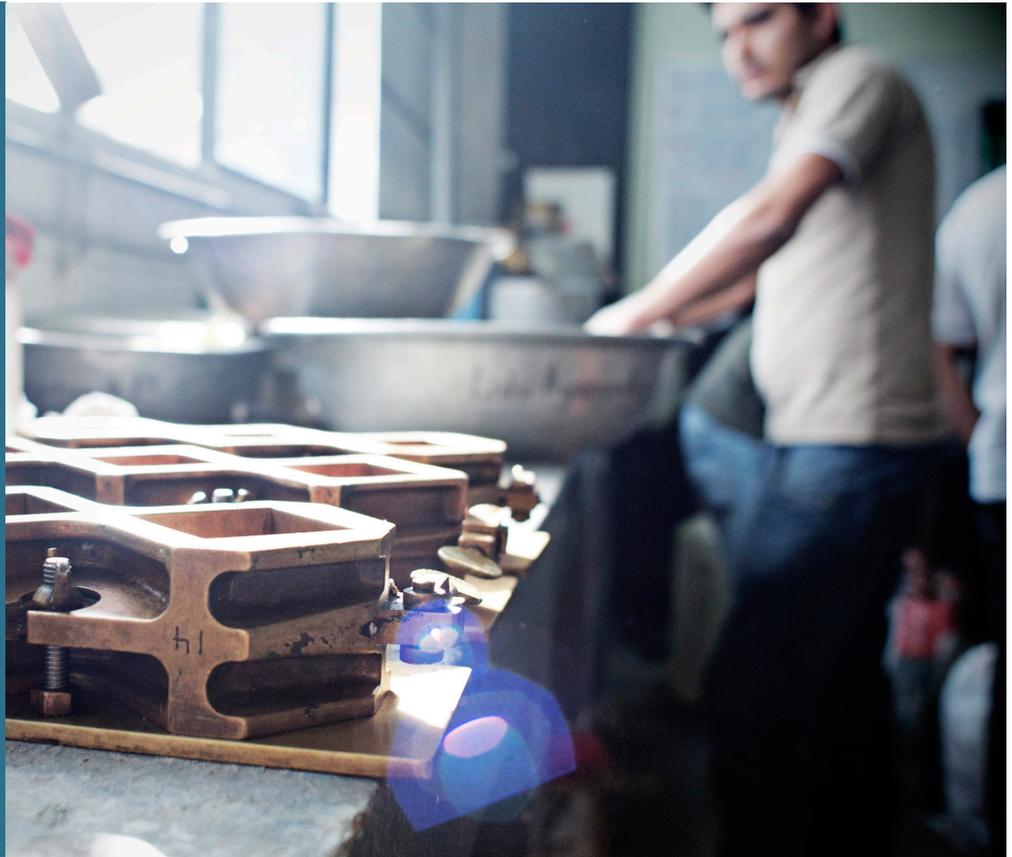


BOLETÍN TÉCNICO

PITRA

PROGRAMA DE INFRAESTRUCTURA
DEL TRANSPORTE

Vol 3. Nº 27. Marzo 2012



I Seminario Nacional sobre el control de calidad de los materiales de construcción (Octubre 1988) “Ejercicio profesional en el campo de los materiales de construcción”

Ing. Max Sittenfeld Roger

A manera de preámbulo

Evaluación y control de calidad de una obra o de un producto de ingeniería

La evaluación y control de la calidad de una obra de ingeniería o bien, de los materiales y productos requeridos para su construcción, no es una actividad aislada que se cumple al final del proceso. Es un accionar constante y conjunto que debe manifestarse en todas las fases en que se subdivide un proyecto.

El término ensaye en este documento, se refiere a los procedimientos de laboratorio y de campo requeridos para determinar las propiedades físicas y químicas que definen el comportamiento de un material o del producto final de un proceso de fabricación, como parte o componente de una obra de ingeniería.

Según la fase que caracteriza el proyecto se distinguen los siguientes tipos de ensayos, los que en conjuntos constituyen la unidad de control de calidad.

Ver tabla 1

Comité editorial del boletín



2012

Ing. Luis Guillermo Loría Salazar, PhD.
Coordinador General PITRA, LanammeUCR

Bach. Lionela López Ulate
Unidad de Capacitación y Transferencia Tecnológica, PITRA

Daniela Alpízar Gutiérrez
Diseñadora Gráfica. Unidad de Capacitación y Transferencia Tecnológica,
PITRA

Tabla 1

FASE	TIPO DE ENSAYE
1. ANTEPROYECTO	RECONOCIMIENTOS
2. DISEÑO	CARACTERIZACIÓN
3. CONSTRUCCIÓN	VERIFICACIÓN
4. OPERACIÓN	EVALUACIÓN
5. DESARROLLO	EXPERIMENTACIÓN

Antecedentes

El campo o especialidad de los materiales de construcción se ha ubicado históricamente y por lógica e imperiosa necesidad dentro de las actividades propias del Ingeniero Civil. Aunque bien se comprende que, al ser un territorio tan vasto y complejo, el patrimonio del saber en este campo no puede pertenecer exclusivamente a una sola de las ingenierías.

Existen intereses compartidos y cruzados dentro de este campo en la mayor parte de las ingenierías, aunque resulta obvio que su intervención se orienta marcadamente hacia la órbita de acción que caracteriza a cada una de ellas. Así tenemos dentro de esta especialidad, zonas de frontera y de traslape de la actividad profesional del ingeniero civil con la de las otras ingenierías, arquitectura y, en algunas áreas, con la de los químicos, físicos y geólogos.

De manera que hoy días el dominio del arte, ciencia y tecnología de los materiales interesa primordialmente al ingeniero civil, pero su espectro cubre también las actividades propias de las otras ingenierías y de la arquitectura. Es más, los fundamentos de esta especialidad se enriquecen y se agrandan constantemente con la contribución de los profesionales de las ciencias básicas.

Sirva de ejemplo los aportes indiscutibles, registrados en la década de los años 70's, de la física de estado sólido y del avance en el conocimiento de la microestructura en la década de los 80's (Nanotecnología - Eric Drexler. USA. National Academy of Sciences, 1981), para la mejor comprensión del comportamiento de los materiales en sus propiedades mecánicas más elementales.

Al participar el ingeniero civil directamente en los procesos de transformación de la materia prima en obras o edificaciones durables, resistentes y económicas, para beneficio de sus clientes y de la sociedad en general, debe estar consciente de que su participación será exitosa en el tanto conozca objetivamente y con bastante certeza las propiedades, con sus limitaciones y tolerancias, de todos y de cada uno de los materiales que utilice en sus obras y proyectos.

Ahora bien, el dominio del ingeniero civil debe tener en este campo no se concreta únicamente al conocimiento de las propiedad mecánicas o específicas de un determinado material. Su accionar abarca los procesos de conversión o de fabricación, así como los métodos de experimentación y ensaye que le permitan verificar o garantizar la calidad requerida en el producto final de una obra. No hay que olvidar que entre los primeros materiales de construcción que el ingeniero entra en contacto lo constituyen los suelos y rocas, con todas sus variantes dentro de un campo tan complejo como extenso.

Aún más, el ingeniero civil debe tener conciencia de los diferentes factores que influyen sobre los posibles grados de variación de las propiedades de un material. El conocimiento que el ingeniero tenga sobre estos extremos contribuirá a la definición de los conceptos básicos que utiliza en el diseño, lo que en la última instancia, también afectará los factores de seguridad por aplicar en cada caso, y por ende, la economía o costo de la obra. El mejor dominio de estos parámetros, a la par de un buen control de los procesos, permiten garantizar una estructura más resistente, durable y económica, por lo que no debe escatimarse esfuerzo alguno en este sentido.

Para lograr con mayor eficacia los objetivos indicados deberán establecerse ciertos procedimientos o reglas de juego, que le permitan al ingeniero comprobar que las hipótesis asumida en su concepción y diseño se cumplieron y además, respecto al cliente o beneficiarios de la obra, que los parámetros de calidad establecidos se alcanzaron conforme con los objetivos del proyecto y términos del contrato respectivo.

Dentro de este campo de acción, el ensaye y experimentación de laboratorio cumplen una misión de trascendental importancia y deben darse, en relación con la magnitud de la obra, en todas las etapas distinguibles de un proyecto de ingeniería.

Se ha afirmado con justa razón que el resultado de una prueba o ensaye vale más que 1000 opiniones juntas. Aunque esta aseveración puede ser cierta en una buena

mayoría de casos, exige de cualquier manera alguna explicación de su valor o justificación.

Tipos y naturaleza de los ensayos de laboratorio

La evaluación de la calidad de una obra y de los materiales utilizados no puede darse mediante una actividad que se realice al final de un proceso constructivo. Todo lo contrario, debe ser un accionar constante y continuo a todo lo largo y ancho de la actividad del ingeniero, desde la fase de concepción o de factibilidad hasta la puesta en marcha del proyecto. Una vez en operación, es recomendable complementar su gestión, en los siguientes años, con la evaluación del nivel de servicio y de esta manera, retroalimentar el sistema de diseño y control de calidad y así lograr mayor seguridad en la obtención de resultados.

Conforme con los requerimientos y necesidades de cada una de las fases que conforman un proyecto, el ingeniero civil requiere definir los tipos de ensayos que a continuación se detallan, cuya diferenciación se establece más por el objetivo buscado que por su propia naturaleza.

2.1. Ensayos de Reconocimiento. -Fase de Anteproyecto-

Se ha afirmado que el éxito de un proyecto dependerá en mucho del análisis inteligente de todas y de cada una de las alternativas posibles y realizables que se tengan en consideración.

En la etapa de anteproyecto, desde un principio se debe definir con suficiente claridad las características y propiedades principales que los materiales individualmente y ya procesados deberán cumplir.

El siguiente paso debe ser dado en búsqueda de los materiales que podrían eventualmente satisfacer los requerimientos preestablecidos. Para ello, salvo se tenga información previa confiable, deberá programarse una campaña de obtención de muestras representativas y de ejecución de pruebas de laboratorio y de campo que permitan establecer cuáles materiales ofrecen las mejores características para su eventual uso o aplicación en el proyecto. En otras palabras, se pretende hacer un reconocimiento de los materiales (incluidos los suelos) que tentativamente se estimen podrían cumplir satisfactoriamente con las normas requeridas, como también, evaluar o inclusive definir, con cierto grado de seguridad, el tipo de problemas que pueden presentarse para su consideración en el diseño y construcción, incluyendo costos.

Las cantidades de muestras y de pruebas específicas convencionales están establecidas por normas internacionales de acuerdo con el tipo y valor estimado de la obra.

Los resultados de estos ensayos de reconocimiento constituyen uno de los elementos fundamentales para establecer la factibilidad técnica y económica de un proyecto.

2.2 Ensayos de Caracterización. -Fase de Diseño-

Con criterio llano podemos afirmar que el diseño constituye la fase mediante la cual el ingeniero consigue la optimización en el uso de los materiales para lograr un producto que reúna con un aceptable costo y aceptable factor de seguridad, las características de resistencia, durabilidad y economía requeridos e involucradas dentro del concepto de servicio de la obra terminada.

Este objetivo se podrá alcanzar en el tanto el ingeniero cuente con la información confiable de las propiedades básicas y específicas que definen las características y calidad de los materiales disponibles que finalmente constituyen los parámetros de diseño.

La caracterización del material no sólo implica el conocer las propiedades mecánicas específicas, sino también la evaluación de los ámbitos de variación y las causas que pueden producir las variaciones mismas dentro de los procesos usuales de fabricación; y desde luego, la influencia de otros factores en su comportamiento una vez terminada la obra, como la exposición a las condiciones climáticas y clase de servicio que preste.

Los ensayos deben dar el soporte necesario para anticipar el comportamiento de los materiales bajo las condiciones de carga y exposición similares a las esperadas en la obra. Con toda esta información procesada, finalmente, el ingeniero estará en capacidad de formular las especificaciones generales y especiales que los materiales deberán cumplir individualmente, antes y después de cualquier proceso de elaboración, incluyendo las variaciones o tolerancias admisibles, en cada caso.

2.3. Ensayos de Verificación. -Fase Constructiva-

El proceso constructivo añade una incógnita más al problema general de evaluación de la calidad de los materiales. La materia prima pudo haber sido aceptada mediante los ensayos ya citados, pero en algunos casos, el producto final, debido a defectuosos y descuidados procedimientos constructivos tiene que ser rechazado. Por otra parte, también es dañe la posibilidad de que los parámetros utilizados en el diseño no correspondan a la realidad verificada en el sitio de los trabajos.

Sirva de ejemplo de este tipo de problemas, el caso interesante y muy particular relacionado con la determinación de la calidad del concreto colocado en obra. Debe recordarse que en el desarrollo y medida de

la resistencia a la compresión del concreto intervienen o pueden intervenir más de 50 factores distintos, de manera que el tema se hace complejo por naturaleza.

Debido a que es impráctico, sino antieconómico e imposible en muchos casos tomar núcleos del concreto endurecido para la aceptación de su calidad en términos de la resistencia a la compresión, esta puede quedar definida a través de un sistema internacionalmente aceptado, con base en cierto número mínimo de testigos confeccionados con el concreto fresco, conforme con un procedimiento de muestreo, moldeo, curado y ensaye, regulado por especificaciones rigurosamente establecidas.

A pesar de la poca o gran diferencia que puede existir entre los resultados de la resistencia del concreto obtenidos mediante el procedimiento de testigos moldeados con el concreto fresco y los valores determinados con núcleos perforados en el concreto endurecido de la estructura, el método es lo suficientemente confiable para los efectos estructurales y contractuales. Sin embargo para ello es necesario se observen cuidadosamente las recomendaciones básicas en la materia, no sólo en cuanto a los métodos mismos de moldeo, curado y ensaye, sino también en cuanto a los procesos de elaboración, transporte, colocación y curado, entre otros, de lo contrario las reglas del juego no podrían aplicarse.

Así es que el control de calidad del producto terminado no siempre se da en términos obtenidos mediante pruebas específicas, sino también, a través de la observancia y regularidad de los procesos constructivos. En caso de duda es posible evaluar la calidad del concreto o de la estructura mediante procedimientos preestablecidos de otra naturaleza, con costo y tiempo adicionales.

De cualquier manera, siempre habrá variaciones en los resultados de los ensayos de verificación, pero estas variaciones no podrán ser mayores ni tener la frecuencia de repetición más allá de lo esperable y establecido con base en un análisis estadístico.

2.4 Ensayes de Evaluación. -Fase de Operación-

Una vez terminada y puesta en servicio la obra, será necesario evaluar el comportamiento de los materiales usados o procesados mediante observaciones directas o ensayos específicos que permiten sacar conclusiones sobre la validez de los diseños, así como de los sistemas o procesos utilizados en todas las fases descritas anteriormente.

La calidad de la obra se podrá calificar de manera total e indubitable solamente a través del historial de los resultados obtenidos con los ensayos durante el proceso constructivo y con la ejecución de pruebas específicas de evaluación en las obras ya construidas.

Con este fin será necesario establecer métodos para calificar, por ejemplo, niveles de servicio, vida útil o económica de la obra por pérdida de resistencia o de cualquier otra propiedad esencial del material o producto terminado. Vale la pena recordar que existe una serie de pruebas no destructivas que permiten evaluar los cambios que se originan en los elementos estructurales, como consecuencia de los efectos del intemperismo e historial de cargas sobre los materiales que conforman esos elementos. Este tipo de pruebas no destructivas facilitan en mucho el estudio o evaluación de productos terminados en obras puestas en servicio.

2.5. Ensayes Especiales o Experimentación. -Nuevos Productos-

En la investigación de nuevos productos o sistemas de evaluación, el modelo de ensaye puede o no seguir procedimientos de laboratorio preestablecidos pero normalmente los resultados no serán siempre los esperados o conocidos de antemano. En cierta forma se trata de ensayos de naturaleza especial.

El ingeniero, preocupado como siempre lo ha estado en desarrollar nuevos productos y procedimientos de evaluación, encontrará su principal herramienta en la experimentación. De manera que los fundamentos y técnicas propias de la investigación deben ser de su conocimiento.

En este campo las instituciones de enseñanza superior, así como los organismos oficiales encargados de estimular esta clase de actividades, deberán prestar el concurso más amplio y decidido para el logro de objetivos debidamente establecidos, a través de un análisis de las prioridades y necesidades que el país tiene en este campo, toda vez que los recursos con que se cuenta son muy limitados.

Profesionalismo y ética

La responsabilidad que tiene un profesional en el campo de los materiales es de notoria importancia y sus participación se da a lo largo y ancho de todas las fases que conforman un proyecto determinado.

Sus opiniones y recomendaciones adquieren un papel decisivo no sólo dentro de la concepción, diseño y operación de un proyecto, sino también dentro de la industria de fabricación de elementos y productos requeridos en los procesos constructivos.

La evaluación y el control de la calidad de los materiales, como anteriormente se ha afirmado, no es una acción aislada tipificada por ensayos circunstanciales, sino más bien, todo un proceso que requiere de parte del profesional un alto grado de conocimiento de las ciencias básicas, un entrenamiento cuidadoso de las técnicas de ensaye y

experimentación de laboratorio, a la par del dominio de los conceptos básicos de ingeniería utilizados en el diseño y construcción de los elementos constitutivos de una obra o proyecto.

En resumen, se trata de una actividad ubicada dentro de las técnicas y especialidades propias de la ingeniería civil, cuyos nexos, como ya se mencionó, se extienden con mucha frecuencia al campo de otras ingenierías y de la arquitectura, así como de las ciencias básicas.

Su acción, sólo dentro del campo experimental y de investigación, se da con carácter exclusivo, mientras que dentro del contexto general de la ingeniería, su participación, aunque podría considerarse circunstancial o aleatoria, siempre será esencial y de apoyo para otros ingenieros, constructores o industriales, en la toma de decisiones.

De manera que el especialista en el campo de los materiales de construcción, debe prestar sus servicios con una alta dosis de profesionalismo. Lo cual significa dar de sí lo mejor de sus conocimientos y habilidades, dentro del respeto más absoluto a los principios éticos. Sin olvidar precisamente que los principios éticos establecen las fronteras entre la acción profesional del ingeniero y los conceptos morales y de respeto a los intereses de otros colegas de sus clientes y de la sociedad a la cual sirve en primer término.

Normalmente el experto en el campo de los materiales complementa su formación académica con otras especialidades tales como la geotecnia, carreteras, estructuras, procesos industriales por las relaciones lógicas de su actividad. Este mismo enfoque lo podemos tratar a la inversa, es decir, los especialistas en estos campos dentro de su formación deben tener el conocimiento y dominio de los ensayos y su validez en relación con las actividades propias de especialidad.

Al prestar sus servicios el ingeniero experto en el campo de los materiales debe pensar en la gran responsabilidad ética que adquiere en virtud de su contribución y participación en la toma de decisiones en aspectos ligados con parámetros utilizados en diseño y construcción de obras, cuya justificación se hace usualmente bajo los conceptos de costo, rentabilidad, servicio y fundamentalmente, seguridad a los usuarios.

Es interesante observar cómo los preceptos éticos son distintos de un país a otro y con variaciones notables dentro una misma sociedad. Las presiones ejercidas sobre el espectro de los conceptos éticos en las distintas profesiones son diferentes en factores fundamentales. Para ilustrar mejor una de estas afirmaciones me permito a continuación incluir, a manera de tabla, un resumen de aquellos aspectos que presionan permanentemente sobre el comportamiento ético de varias profesiones y entre ellas,

desde luego, la ingeniería. Deseo llamar la atención sobre la validez e intencionalidad de la tabla en cuanto a que ella no pretende caracterizar el ideal ético de cada una de las profesiones ahí citadas, sino más bien, señala únicamente la clase de presiones que sobresalen normalmente en el ejercicio de las mismas, tal como lo conceptualiza un ciudadano común y corriente.

COMPARACIÓN DE LAS DISTINTAS PRESIONES QUE SE PRESENTAN EN EL CAMPO DE LA ÉTICA EN VARIAS PROFESIONES

Ver tabla 2

Resultaría interesante hacer un comentario sobre la validez de cada uno de los aspectos señalados en la tabla anterior y particularmente de manera comparada, pero considero que este ejercicio estaría fuera de los propósitos principales perseguidos con la presente exposición.

Sin embargo, sí parece importante comentar lo concerniente al campo de la ingeniería, por cuanto ello contribuye en buena parte a ubicar al ingeniero dentro del contexto de su actividad profesional.

Existe la creencia generalizada de que el ingeniero formula sus actos y decisiones con base de argumentos fundamentados solamente en principios o leyes de las ciencias básicas exactas; y en el campo de los materiales, específicamente, mediante pruebas demostrables e irrefutables. Este concepto generalizado que se tiene del ingeniero es en realidad una idealización completa, y en el mejor de los casos, una aceptable aproximación a ese ideal.

La práctica de la ingeniería no es todo lo precisa que pretende ser, por cuanto esencialmente depende más de la interpretación personal que el ingeniero tenga sobre la información disponible y de los procedimientos tecnológicos en ese momento apropiados, los que por estar sujetos a variaciones o enfoques de orden probabilístico, requieren siempre del ajuste por medio de factores de seguridad. Al pasar de la teoría a la práctica, además, pueden presentarse condiciones no previstas del difícil diagnóstico, por lo que se pierde precisión en detrimento de una verdad demostrable.

Aún así, los ingenieros debemos buscar siempre aquellos procedimientos que nos acercan más a ese ideal, tratando de perfeccionar los conceptos y principios utilizados en el diseño y en los procesos constructivos, así como también extrayendo, mediante análisis y estudios de laboratorio, las propiedades que caracterizan a un material en su comportamiento y uso.

El mejor conocimiento de las propiedades de los materiales nos acercará más rápidamente hacia ese ideal popularizado

Profesión	Presiones sobre el espectro de los conceptos éticos
Medicina	Los médicos libran una batalla con mucha fe, pero con una inevitable y final pérdida: su objetivo, el hombre, fatalmente tiene que morir.
Abogacía	Alguien tiene que perder en un caso y la razón la tiene sólo el 50% de los litigantes. Puede ser necesario un arreglo negociado entre las partes y el más implacable de los criminales puede ser defendido sin prejuicios. La verdad es tan sólo relativa y depende de la habilidad y personalidad de los litigantes. en todo caso la verdad se asume y se localiza en algún lugar entre los puntos de vista defendidos por las partes.
Comercio	Maximizar las utilidades y cubrir las posibles pérdidas o riesgos, pasándoles a terceros, mediante un seguro contra ellos o algún otro artificio comercial válido.
Periodismo	Es aceptable el reportaje objetable y sensacionalista. El sexo y violencia en los reportajes vende el periódico y mejora las utilidades.
Política	Usar cualquier medio posible para derrotar al oponente, siempre y cuando sea consistente con las leyes, lo que es admisible aunque pudiera estar reñido con la moral; el electorado será finalmente quien juzgue en las urnas los relativos aciertos o errores de los contendientes. No se pierde la oportunidad para acusar al opositor por sus errores o defectos y hacer gala de sus hazañas.
Educación	formar las mentes de la siguiente generación con base en los conceptos y técnicas de ayer, en vez de las del mañana.
Sindicalismo	El bienestar personal está por encima del colectivo.
Ingeniería	Las fallas son casi siempre visibles, las responsabilidades es directa y las leyes inmutables de la física y ciencias naturales dejan poco lugar para la manipulación e interpretación. Los proyectos que diseña, construye o administra tienen impacto social, económico y político.

del ingeniero, y con ello, nuestra misión como profesionales, será más efectiva y más consecuente con la sociedad a la cual nos debemos por entero.

Existe un territorio dentro del ejercicio profesional en el campo de los materiales que linda y traslapa con los propósitos propios de la actividad comercial, la que vale la pena tratar en esta oportunidad.

Dentro de la actividad profesional propia del campo de los materiales, además del afán de servicio que la distingue, se perfila el interés de lucro inseparable cuando ese servicio profesional se da dentro de un proceso industrial o de conversión. Los criterios comerciales pueden entrar en conflicto o a tener preponderancia, en algunos casos, sobre el afán de servicio y de la ética profesional.

De manera que se pueden dar contrasentidos éticos, marcados por las pautas y presiones generadas por intereses cruzados en aparente o real oposición.

De ahí en ciertas circunstancias, los principios éticos fundamentales en la profesión de la ingeniería, no encuentren eco o resonancia en las prácticas industriales, cuando el móvil mayor, obtener utilidades, entra en conflicto de intereses con los requerimientos de calidad del producto elaborado.

En estos casos el Estado es el más indicado y obligado a establecer los controles necesarios con el objeto de garantizar, no sólo la racionalidad del precio, sino, lo más importante, la calidad del producto elaborado, por cuanto ello está ligado directamente con el costo de las obras y la seguridad de los ciudadanos.

El Estado debe establecer las normas de calidad requeridas en cada caso, además de los mecanismos necesarios para garantizar a los ciudadanos el cumplimiento de tales normas o especificaciones, como aspecto fundamental de la estructura comercial y profesional que requiere el país en este campo.

El problema en sí mismo es muy complejo, y el gobierno difícilmente podría acometer con eficacia un plan de ordenamiento y control efectivo, sin contar con la ayuda de organismo no gubernamentales (ONG), empresas privadas e instituciones de educación superior vinculados con el problema y que estarían interesados a brindar su cooperación.

Valga la oportunidad para destacar en este sentido al Instituto de Normas Técnicas de Costa Rica (INTECO), una asociación privada, sin fines de lucro, con personería jurídica, creada en 1987. Reconocida como Ente Nacional de Normalización para los ensayos y prácticas de laboratorio de materiales y de la calidad de productos de fabricación industrial. Para cumplir con sus objetivos mantiene contactos fluidos con varias instituciones nacionales de enseñanza superior y convenios con organizaciones internacionales de prestigio.

A propósito de organismos internacionales, no puede dejarse de citar la Organización Internacional de Normalización (International Organization for Standardization) fundada en 1947, con sede en Suiza, por la importancia que tiene en el contexto del ejercicio profesional de las ingenierías y propiamente en los sistemas de gestiones en los campos de la calidad, responsabilidad social y administración ambiental, en términos generales. De sobra son conocidas sus normas identificadas con las siglas ISO (en griego por coincidencia ISOS significa "igual"). En particular merecen una mención especial la ISO 9001, relacionada con la Gestión de Calidad y la ISO 14001, vinculada con los Sistemas de Administración Ambiental. Los ISOS promueven la adopción de un enfoque en los procesos para desarrollar, implementar y mejorar la eficacia de un sistema de gestión de calidad en un mayor grado de confiabilidad.

Existe la necesidad de desarrollar un sistema coercitivo, efectivo, amplio en el sentido nacional para el control de la calidad de materiales de construcción producidos en fábrica. Con este fin se podría pensar en el fortalecimiento de INTECO con el apoyo del Ministerio de Economía, Industria y Comercio y la contribución de las instituciones de educación superior, asociaciones y cámaras afines al campo, en lo conducente.

Desde luego que, en los aspectos profesionales y particularmente aquellos ligados con la ética el Colegio Federado de Ingeniero y de Arquitectura es el más indicado a prestar su concurso dentro de ese programa.

Para el caso de las obras de infraestructura que realiza el Estado, el sistema para garantizar los objetivos de calidad y costo es mucho más complejo. Pero de cualquier forma la institución responsable debe contar con el personal de alto nivel profesional dentro de su organización, capaz de evaluar con propiedad los estudios y acciones señaladas en este documento para cada una de las fases que constituyen el proyecto, con el debido control del tiempo y costo para realizarlas. En síntesis lo que se propone es la constitución de una Auditoría técnica a nivel del ministro del ramo, del presidente o gerente de la Institución.

La participación de las instituciones de educación superior podrían eventualmente, brindar este servicio, y de esta manera obtener el financiamiento para sus labores investigativas en la especialidad de materiales, lo mismo que en la labor docente para preparar técnicos en este campo.

Conclusiones

Como parte final de esta exposición se presenta un resumen sobre los aspectos fundamentales de mayor relevancia y que deben tenerse en consideración cuando se aborda el tema del ejercicio profesional en el campo de los materiales de construcción.

Programa de Infraestructura del Transporte (PITRA)

Coordinador General:

Ing. Luis Guillermo Loría, PhD.

Subcoordinador:

Ing. Fabián Elizondo, MBA.

Unidades:

Unidad de Auditoría Técnica

Coordinadora: Ing. Jenny Chaverri, MScE.

Unidad de Materiales y Pavimentos

Coordinador: Ing. José Pablo Aguiar, PhD.

Unidad de Evaluación de la Red Vial

Coordinador: Ing. Roy Barrantes

Unidad de Gestión Municipal

Coordinador: Ing. Jaime Allen, MSc.

Unidad de Capacitación y Transferencia Tecnológica

Coordinadora: Bach. Lionela López Ulate

Unidad de Desarrollo y Actualización de Especificaciones Técnicas

Coordinador: Ing. Jorge Arturo Castro

Unidad de Puentes

Coordinador: Ing. Rolando Castillo, PhD.