

SUSTENTABILIDAD DE LOS PROYECTOS DE INGENIERIA CIVIL Y LA EVALUACION DEL RIESGO DE LA CONSTRUCCIÓN EN MEXICO

Marco Antonio De la Cruz Romero

José Ángel Delgado Trujillo

Wilson Alejandro Hernández Moreno

Gabriel Arturo Domínguez Pérez ^(P)

*Cátedra de Proyectos de Construcción Facultad de Ingeniería Civil- Unidad Torreón -
Universidad Autónoma de Coahuila, México.*

Abstract

The growth in demand for infrastructure, new technologies, materials, new building systems and negotiation of projects in Mexico during the first decade of the century, have involved the appearance of unknown scenarios and risk factors, such as: terrorist events, using materials that do not meet specifications, lack of reliable information on the ground where construction rudeness, economic conditions in different regions, the increase in the diversity of disciplines involved in projects , outdated regulations, excessive regulation and adventurous partnerships that go beyond those known so far by the construction community and giving rise to increases in costs and project budgets, with a strong economic impact on the environment. This prompted investigators to the body of the chair of the construction projects UAdeC, to develop a line of research focused on the identification, analysis and risk assessment and its impact on construction projects, people, environment and teams. Enabling, integrating a framework for its management to an acceptable level to achieve sustainability criteria.

Keywords: *project management; sustainable scenario; risk construction; project management; certification project manager; project evaluation*

Resumen

El crecimiento de la demanda de *infraestructura, de nuevas tecnologías, materiales, nuevos sistemas de construcción y negociación de los proyectos* en México, durante la primera década del siglo XXI, han implicado la aparición de desconocidos escenarios y factores de riesgo, tales como: *los eventos terroristas, la utilización de materiales que no cumplen con las especificaciones, la falta de información confiable sobre el suelo donde se desplantan las obras de construcción, las condiciones económicas de las diferentes regiones, el incremento en la diversidad de disciplinas que participan en los proyectos, normativas obsoletas, excesiva reglamentación y las asociaciones venturosas*, que van más allá de los conocidos hasta ahora por la comunidad de la construcción y que originan incrementos en los costes y presupuestos de los proyectos, con un fuerte impacto económico en su entorno. Esta situación motivo al cuerpo de investigadores de la cátedra de proyectos de construcción de la UAdeC, a desarrollar una línea de investigación centrada en la identificación, análisis y evaluación del riesgo y su impacto en los proyectos de construcción, las personas, el entorno y los equipos de trabajo. Permitiendo así, integrar un marco de referencia para su gestión a un nivel aceptable para lograr criterios de sustentabilidad.

Palabras clave: *gestión de proyectos; escenario sustentable; riesgo de construcción; project management; certificación de proyectos; evaluación de proyectos.*

1 Introducción

La Industria de la Construcción en los países del primer mundo y en los considerados en desarrollo han tenido en este inicio del siglo XXI un crecimiento importante el cual ha requerido de grandes recursos *Humanos, Económicos y Tecnológicos, así como también se perciben nuevas tendencia y malos resultados en los contratos de construcción debido en gran parte a cambios en las cláusulas de los contratos, demoras y extensión de los tiempos pactados y lamentables eventos de fuerza mayor, diferencias en las condiciones del sitio de construcción, disposiciones para transferir los riesgos al constructor, incremento de los costes de resolución de las disputas por reclamos de trabajos mal ejecutados, la disminución de beneficios e incertidumbre de las inversiones en la construcción.*

Las presiones principales de estas tendencias son ante todo económicas y como resultado un incremento en el surgimiento de más riesgos para los constructores (entre otras cosas), y una necesidad de mayor transparencia en el manejo de los recursos sobre todo los económicos, los cuales hoy en día son más difícil de obtener, debido en gran parte a las necesidades de la sociedad en otros ámbitos de desarrollo.

Así también, se demanda, una Dirección efectiva de los proyectos, al igual que una Gestión del Riesgo y de los materiales con mayor certidumbre y con respuestas practicas y en tiempo que garanticen alcanzar los objetivos planteados para cada proyecto.

2 Objetivo

Con el objetivo de Identificar, dentro de la gestión el riesgo durante el proceso de construcción de proyectos, las causas habituales más frecuentes que inciden sobre los riesgos y el alcance de los presupuestos, así como la evaluación que nos permita la sustentabilidad dentro de límites aceptable del manejo efectivo de riesgo, lo cual actualmente compromete necesariamente el resultado y los objetivos de los Proyectos de Construcción. Para lo cual, el cuerpo de investigadores de la cátedra de proyectos de construcción de la UA de C pretendemos en base a las experiencias de España en este tema, generar un marco de referencia en la *Sustentabilidad de los Proyectos de Ingeniería Civil y Evaluación de los Riesgos de construcción en México.*

La Gestión del Riesgo en la Construcción tiene una corta historia en los tiempos modernos, siendo relevante los trabajos que se empiezan a realizar a mediados del siglo veinte. Muchos de los primeros códigos de los principios y prácticas de la Gestión de Riesgos fueron desarrolladas por cuerpos técnicos en los Estados Unidos de Norteamérica (PMI), (ANDERSON, L. 1987) así también, en las últimas dos décadas diversas organizaciones y sociedades técnicas en Europa (CIRIA, IRM, CIE, ALARM, AGERS, FERMA) han realizado estudios de los Riesgos de construcción.

La Integración de los Proyectos de Construcción, tradicionalmente se han manejado bajo objetivos tales como el coste, la calidad y el plazo, además de las prestaciones y requerimientos particulares de cada procedimiento de construcción (alcance).

Pero estos objetivos, parece que resultan insuficientes ante los nuevos retos que plantea la los nuevos esquemas de construcción y las nuevas tecnologías, a lo cual, la sociedad exigen un cambio en las normativas que sustentan el origen, producción, manejo e integración de materiales a los proyectos de construcción.

3 La importancia de los indicadores como medida para la sostenibilidad

El informe "Our Common Future" (Brundtland, G.H., 1987) indica que "el Desarrollo Sustentable se alcanzará cuando se satisfagan las necesidades actuales sin poner en peligro la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer sus propias necesidades".

Para saber en qué medida se progresa hacia este objetivo es necesario medirlo a través de indicadores o "indicadores de sostenibilidad", lo que resulta complejo debido a la diversidad de información proporcionada.

Según (Fiksel, J., 2001) los motivos que dificultan la medición de la sostenibilidad de un producto son: su novedad y la falta de normas o medidas aceptadas, el complejo y multifacético concepto de sostenibilidad, y la medida de la sostenibilidad, que traspasa las operaciones de una única compañía extendiéndose a toda la cadena de valor o ciclo de vida. La Pirámide de la Información (UNEP, 1995).

Los indicadores descriptivos son los usados comúnmente, ya que se basan en valores técnicos, científicos o estadísticos y son simples de utilizar y fáciles de entender. También están los "indicadores del comportamiento" que incorporan un indicador descriptivo y un valor de referencia (Veleva, V. & Ellenbecker, M., 2001).

Los indicadores normalmente se desarrollan bajo un marco de trabajo definiendo su papel y objetivos (modelo Presión-Estado-Respuesta). También se definen sus dimensiones y las calidades de los mismos (LCSP,1998). Las cuatro dimensiones identificadas son (UNDP,1995):

- Unidad de medida
- Tipo de medida: absoluta o relativa
- Periodo de la medida: el periodo para llevar a cabo y calcular un indicador
- Límites

Un índice es obtenido por la agregación y ponderación de un número de indicadores, por ejemplo, el Índice de Desarrollo Humano (IDH) se basa en tres elementos de igual importancia para el desarrollo humano: la longevidad, la formación educativa y los ingresos (RIVM, 1994).

4 Técnicas e Instrumentos de Identificación de Riesgos

- Tormenta de ideas
- Cuestionarios (encuestas a técnicos, operarios y usuarios)
- Benchmarking ("proceso continuo de medir productos, servicios y practicas contra los competidores mas duros o aquellas compañías reconocidas como lideres en la industria
- Código Técnico,
- Analogía con otras Actividades,
- Estudios Empresariales
- Análisis de Distintos Escenarios (cronológico)
- Ciencia del peligro (cindyniques).
- Talleres de valoración de riesgos
- Investigación de incidentes

- Auditoria e inspecciones
- Método HAZOP (hazard & operability studies – estudios de azar y operatividad)

4.1 Técnicas de Análisis de Riesgos Positivos

- Estudios de Mercado
- Prospección
- Pruebas de Mercado
- Investigación y Desarrollo
- Análisis de impacto en el negocio
- Análisis SOWT (Strengths, Weaknesses, Opportunities, Threat – Puntos Fuertes, Puntos Frágiles, Oportunidades, Amenazas).
- Planes de Continuidad del Negocio
- Toma de Decisiones en Condiciones de Riesgo e Incertidumbre
- Análisis P.E.S.T.L.E (Político, Económico, Psicológico, Tecnológico, Legales y Medioambiente)

4.2 Riesgos Negativos

- Análisis de Amenazas
- Análisis del Árbol de Fallos
- Análisis FMEA (Análisis de los Modos de fallas y sus Efectos – Failure Mode & Effect Analysis.)

5 Identificación del Riesgo

Identificar un riesgo de acuerdo a las experiencias documentadas en España, supone identificar la exposición de una industria, empresa o proyecto a la incertidumbre. Si bien, para esto se requiere estructurar un conocimiento detallado de dichos entornos, y su relación con el mercado en el que participan, situación legal, social, política y cultural que le rodea de acuerdo a los manifiestos de la CCE (Mulcahy R., 2003). Así como, definir una visión común y coherente de su estrategia y de los objetivos operacionales incluyendo los factores críticos para identificar fortalezas, oportunidades, debilidades, y las amenazas relacionadas con el logro de los objetivos.

Podemos observar que los eventos de riesgo en la construcción son cada día mas frecuentes y dependen de un gran número de variables. Al mismo tiempo, esta información documentada ha permitido realizar un estudio de los eventos de riesgo tratados en sus diversos ámbitos y formas, de donde conseguí esquematizar los resultados en relación a la identificación de riesgos en cuatro principales espacios, de la siguiente forma: (1) la clasificación de eventos de riesgo de los Proyectos de Ingeniería Civil / Escenarios del Riesgo, (2) Identificación de Factores de Riesgo en las Obras de Construcción. (3) Variables Potenciales de Riesgo en Obras de Construcción, y (4) Factores Económicos de Riesgo en Proyectos y Obras Construcción

6 Análisis histórico del riesgo en la construcción

Para este trabajo se utilizo la poca información (documentada) disponible en los últimos 15 años y relacionados en la bibliografía en los que se manifiestan resultados desfavorables de los proyecto en 45 escenarios a nivel internacional, incluidos en la tabla 1. En la cual se muestra el periodo (b) la fuente (c), la fase del proyecto en que se realizo el estudio (d) y el número de proyectos estudiados, los resultados en por ciento (%) de la desviación

económica (e), de igual forma, y considerando los criterios establecidos por (Mulcahy R., 2003), de puntuación y evaluación del impacto que tienen estas desviaciones económicas identificadas en los objetivos económicos de los proyectos, mostrados en la columna f y g.

Asimismo, y aplicando algunos criterios básicos de estadística (el promedio, desviación estándar, coeficiente de variación, sesgo y varianza, medidas comunes de tendencia central) elabore la tabla 1., en la que se muestran los resultados del análisis de la desviación económica (coste) en proyectos de Ingeniería Civil periodo (1990-2006). En la que se destaca en promedio una desviación un impacto negativo en los presupuestos finales de 23,2 %, lo que nos sirvió de base para contrastar los resultados de la encuesta piloto aplicada al escenario comprendido por la actividad de la construcción en México, que se muestra más adelante.

Tabla 1 evaluación documental del riesgo económico (coste) que han impactado los proyectos de Ingeniería Civil en el periodo (1990-2006)

	Año	Fuente	Fase del Proyecto	Desviación % (promedio)	Puntuación	Evaluación del Impacto
a	b	c	d	e	f	g
1	1990	Uher	Licitación	13-56 (35)	9	Alto
2	1991	Huxley	Construcción (131 P)	10	6	Medio
3	1991	Cheong	Construcción	5 -10 (8)	6	Medio
4	1991	Cundde	Construcción	10 - 20 (15)	6	Medio
5	1991	Ferry and Brandon	Estudios Básicos	5-15 (10)	6	Medio
6	1992	Cusack	Proyecto Ejecutivo	10	6	Medio
7	1992	Burati	Construcción	12,4	6	Medio
8	1993	Abdul – Ralman	Proyecto Ejecutivo	30	8	Alto
9	1993	Borroughs	Construcción	5	5	Medio
10	1994	Gardiner	Construcción	20	7	Alto
11	1994	Reino Unido	Eurotunnel	80	9	Alto
12	1994	Hetland	Construcción	27	7	Alto
13	1994	Semple	Construcción Priv.-Púb.	44-46 (45)	9	Alto
14	1995	Kahk y Huovila	Presupuesto final	30	7	Alto
15	1997	Hamilton y Dipasquale	Est. de Alternativas	20 – 50 (35)	9	Alto
16	1998	De Heredia	Estudios de Inversión	-20 a 30	8	Alto
17			Viabilidad Econ.	-10 a 20	6	Medio
18			Estimación Defi.	-5 a 10	5	Medio
19			Estimación -Contrato	-3 a 5	3	Bajo
20	1999	Gunner and Skimore	Construcción(180 P)	10	5	Medio
21	1999	ICA-Asociados	Construcción (30 P)	20-60 (40)	9	Alto

22	2000	Mak y Picken	Construcción	27	7	Alto			
23	2000	Clayton R.U.	Construcción (58 P)	23 -35 (29)	7	Medio			
24	2001	Aymerich F	Construcción	13	6	Medio			
25	2001	Ling and Boo	Construcción(42 P)	4-12 (8)	6	Medio			
26	2001	Serer	Estudios Previos	25 - 35 (30)	8	Alto			
27			Anteproyecto	20 - 25 (23)	7	Alto			
28			Proyecto Básico	10 - 20(15)	6	Medio			
29			Proyecto Ejecutivo	5 -10 (8)	5	Medio			
30			Licitación	5	3	Bajo			
31	2002	Gamiz-Martinez (UAdeC)	Construcción	28	7	Alto			
32	2002	EE.UU	Construcción Aeropuerto Denver	140	9	Alto			
33	2002	Dillon	Construcción (47 P)	20 -50(35)	9	Alto			
34	2002	Flybjerg	Construcción (258 p)	28	7	Alto			
35	2003	Ministerio de Fomento (España)	Presupuesto final:	UE	EU	UE	EU	UE	EU
36			Enlaces fijos	43	25	10	7	Alto	Alto
37			Ferrovianos	34	40	8	9	Alto	Alto
38			Carreteras	22	8,4	7	5	Alto	Med.
39	2003	Wilmot y Cheng ASCE	Presupuesto final	12	6	Medio			
40	2003	Oztas- Turquía	Construcción Pública	36	8	Alto			
41	2004	Reino Unido Mysterious Edification	Construcción y Edificación (7 P)	25-38 (32)	7	Alto			
42	2004	Rodríguez L.	Construcción	15 -25 (20)	7	Alto			
43	2004	Zhu, Liu	Estudios de factibilidad	30 -50 (40)	9	Alto			
44	2006	Azuaga	C Aeropuerto-Madrid	48	9	Alto			
45	2006	Premo A.B	Comst. Carreteras	22	7	Alto			

7 Evaluación de los Factores de Riesgo

Como se ha establecido en líneas anteriores para discutir las hipótesis planteadas se realizó una investigación comparada en los dos temas específicos: la gestión del riesgo económico en los proyectos de construcción a nivel nacional, y los factores que contribuyen a la desviación económica y a los que están expuestos los proyectos de Ingeniería Civil en el escenario de la construcción en México. En este sentido, se pueden establecer discrepancias y semejanzas entre los escenarios seleccionados.

Se puede concluir que en el 80% de los escenarios de estudio de las investigaciones y de los reportes técnicos se manifiestan resultados de países que tiene relación con EEUU, Reino Unido, y algunos países de Europa, no así en América y muy pocos de Asia y África, por lo que el escenario de análisis para la aplicación de este marco de referencia se

centro en las empresas nacionales, los cuales de acuerdo a su historia y trascendencia en diversos proyectos, tienen algunas similitudes importantes:

- No se cuenta con información y datos estructurados en bases de datos confiables para el análisis de las desviaciones económicas de los proyectos de construcción.
- Sus características del mercado de materiales interno son muy semejantes en procedimientos y normativas.
- Su desarrollo no es objeto de estudio de los cuerpos técnicos especializados, sobre todo en relación a las desviaciones económicas y el manejo de los materiales en los proyectos de construcción.
- La legislación en relación a los aspectos de construcción tienen muchos puntos en común, son obsoletos.

La discrepancia de los elementos de similitud entre los dos escenarios reside en la diferencia en los argumentos de aprendizaje de las partes que intervienen en los proyectos y en la gestión del riesgo y su preocupación. En el escenario internacional de la industria de la construcción, la situación del proceso de aprendizaje se torna difícil por lo heterogéneo de las actividades y de los participantes (propietarios, profesionales, burocracia (funcionarios públicos, contratistas, subcontratistas y suministradores) los cuales participan en este escenario de la construcción (KANGARI, 1995). En el escenario de México nos encontramos en presencia de un proceso de aprendizaje organizacional restringido realizado por las partes que lo conforman tanto institucionalmente como operativamente, en el cual los problemas de participación, seguridad, calidad, plazos, los escenarios de construcción y la normativa poco aplicada y obsoleta constituyen los conflictos centrales a resolver.

Con la intención contar con más información y datos que nos ayuden a complementar el contraste de las hipótesis planteadas, decidimos analizar el comportamiento de 12 factores de riesgo económico más significativos identificados en este trabajo, los cuales representan los aspectos más relevantes en la documentación consultada para este trabajo, para lo cual, se aplicó una encuesta piloto tanto a nivel nacional, con el objetivo de reunir información para potenciar los medios de aplicación (Entrevista personal, Correo, Internet y Teléfono), caracterizar datos generales de los profesionales entrevistados, valorar las preguntas según las respuestas y conocer de acuerdo a la experiencia de los profesionales entrevistados el impacto y probabilidad de los factores de riesgo que fueron seleccionados para su valoración, además de conocer el comportamiento de las desviaciones económicas según la opinión de los entrevistados en su ámbito de desarrollo de los proyectos de construcción en este escenario.

Para representar gráficamente los datos obtenidos utilice un histograma, y una figura de la distribución relativa acumulada, además de las medidas de tendencia central mostradas abajo en los cuadros correspondientes.

La encuesta fue integrada en cuatro secciones de las cuales logré obtener información relacionada a:

- Experiencia en el campo de la Construcción
- Actividad y /o especialidad de desarrollo del Proyecto
- Fase en la que se identifica el factor de riesgo, su impacto y probabilidad según la experiencia.
- Valoración del impacto del riesgo económico (%) Los cuestionarios contenían al final un espacio para información complementaria sobre sus impresiones acerca de las

adaptaciones en sus proyectos. Las preguntas fueron estructuradas para obtener información de la experiencia de los profesionales en relación a los factores de riesgo económicos seleccionados previamente en el capítulo de identificación de este trabajo. Se uso una escala de 5 puntos (KAPILA, 2001), para determinar el grado de impacto y probabilidad.

Sobre el consenso del cuestionario se enviaron 120, y se recibieron contestados 75 resultando el medio más eficaz la entrevista personal y las llamadas telefónicas, y con menor eficacia el correo electrónico y el correo normal. Se recibieron cuestionarios contestados de la encuesta piloto, que representan el 62,5% de respuesta, de las cuales el 24 % corresponden a Constructores, 18 % a Ingenieros Proyectistas, 14 % a Docentes y 10 % a consultores, principalmente. Los años de experiencia en promedio más relevante entre los encuestados fueron de 11 a 15 años que representan el 30 %, y su desarrollo se realiza principalmente en construcción 28% y control de obra 21%. La información obtenida por medio de la encuesta la concentre en los cuadros siguientes para su valoración.

La valoración en relación al impacto y probabilidad se realizo de acuerdo a las siguientes escalas.

Impacto = (1 =Muy Bajo, 2 = Bajo, 3 = Moderado, 4 = Alto, 5 =Muy Alto)

Probabilidad = (1= Improbable, 2 = Remoto, 3 = Ocasional, 4 = Probable, 5 = Frecuente)

Los factores incluidos en la figura 1, son el resultado de la encuesta piloto:

Figura 1. Matriz de Probabilidad – Impacto para determinar puntuación de cada factor que contribuye al riesgo económico, considerados en la encuesta.

	Escala Cuestionario	Escala Matriz					
PROBABILIDAD	5	0,9	0,045	0,09	0,18	0,36	0,72
	4	0,7	0,035	0,07	0,14	0,28, FCRA, FCRL	0,56
	3	0,5	0,025	0,05	0,10, FCRJ, FCRÑ, FCRU,	0,20,FCRG, FCRH	0,40, FCRD, FCRF
	2	0,3	0,015	0,03	0,06	0,12	0,24,FCRK,FCRT
	1	0,1	0,05	0,01	0,02, FCRV	0,04	0,08
	Escala Matriz		0.05	0.10	0.20	0.40	0.80
	Escala cuestionario		1	2	3	4	5
IMPACTO							

Tabla 2. Catalogo de factores de riesgo

		ESCALA CUESTIONARIO		MATRIZ		ESCENARIO	
Código	Factores que contribuyen al riesgo económico	Impacto	Probabilidad	Puntuación de Riesgos (P x I)		Categorización del Riesgo	
						Prioridad	Impacto
FCRF	El uso de Materiales de pobre Calidad	5	3	0,8x 0,5	0,40	1	Alto
FCRD	Cambios, Errores, Omisiones	5	3	0,8x 0,5	0,40	1	Alto
FCRA	Cambios en los Plazos de los Programas	4	4	0,4 x 0,7	0,28	1	Alto
FCRL	Incertidumbres Geotécnicas	4	4	0,4 x 0,7	0,28	1	Alto
FCRK	Inadecuado uso de la nueva Tecnología	5	2	0,8 x 0,3	0,24	2	Alto
FCRT	Retrasos en el Proyecto por Decisiones Políticas	5	2	0,8 x 0,3	0,24	2	Alto
FCRG	Falta de capacidad Técnica de la Dirección Facultativa	4	3	0,4 x 0,5	0,20	2	Alto
FCRH	Formación de los Técnicos (Ignorancia Científica)	4	3	0,4 x 0,5	0,20	2	Alto
FCRJ	Inadecuada Dirección y Supervisión / Técnica de la Calidad	3	3	0,2 x 0,5	0,10	3	Moderado
FCRÑ	Nuevos Procedimientos de Construcción	3	3	0,2 x 0,5	0,10	3	Moderado
FCRU	Revisiones, modificaciones X Cont.	3	3	0,2 x 0,5	0,10	3	Moderado
FCRV	Sobre estimación de Costes	3	1	0,2 x 0,1	0,02	5	Bajo

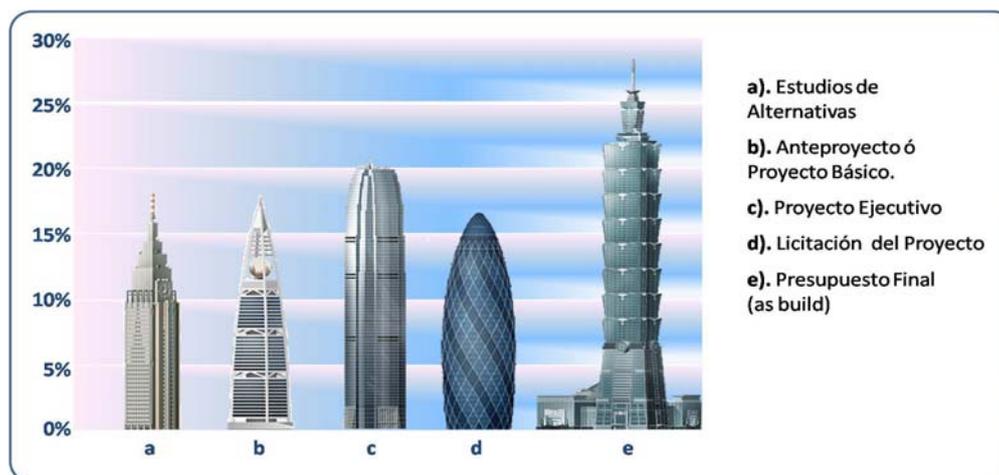
La valoración de los factores de riesgo ver tabla 2, considerados nos proyecta un resultado importante en cuanto a su impacto y probabilidad, destacándose los factores de riesgo con alto impacto y prioridad 1 y 2, (materiales, errores, cambios, incertidumbres, costos etc.).

Se puede observar que si en el Análisis de la desviación económica (coste) en proyectos de Ingeniería Civil Periodo (1990-2005), el promedio de las desviaciones fue de 23%, el resultado de la valoración de la encuesta piloto al respecto de las desviaciones económicas fue de 19 % en promedio de las diferentes fases consideradas.

En una percepción general en el medio de la Construcción en México y Europa se considera que todos los proyectos de construcción implican un gran número de variables con la que hay que trabajar. Los Ingenieros Civiles nos enfrentamos a una variable que afecta a todos los trabajos de ingeniería, y que si no es analizada apropiadamente los proyectos pueden quedar expuestos a riesgos de considerables consecuencias. Esta variable es el coste y su integración debido a las nuevas técnicas y escenarios de construcción.

Los resultados de la valoración de las respuestas, a la pregunta ¿Cuál considera que es el porcentaje de desviación del coste estimado como consecuencia de los factores de riesgo considerados en la encuesta piloto, con impacto en las diferentes fases de los Proyectos de Ingeniería Civil?, se presentan en la siguiente figura 2:

Figura 2. Resultados del análisis del impacto del riesgo en los presupuestos de construcción.



La concepción de la estimación por parte de la propiedad y de los constructores es bastante diferente debido en gran parte a sus diferentes puntos de vista, intereses, a los riesgos en la dirección de la empresa, profundidad de la participación, a la precisión requerida de la estimación, y al uso de la estimación. La propiedad generalmente estudia la factibilidad de un nuevo proceso en la fase de investigación y desarrollo necesitando para esto considerar los riesgos que representan los procesos tecnológicos, los materiales y su implementación. Estrategias de los fondos, estudio del lugar, y el impacto sobre del mercado, la entrega de materiales, las operaciones, la logística, y la estrategia de gestiona de los contratos. Cada uno de estos conceptos tiene una contribución a al riesgo económico y al coste. La propiedad no siempre está al pendiente de la etapa de factibilidad del proyecto, dejando esta responsabilidad en manos de los consultores o de los promotores. Por el contrario el constructor es el responsable de las decisiones del diseño y del procedimiento de construcción, lo que como en el caso del distribuidor Vial (DVR) en Torreón Coah. Esto Tuvo un rotundo fracaso.

Así, la estimación del coste en la industria de la construcción es considerada según la Association for Total Cost Management International (AACE) como: la evaluación de todos

los costes de los elementos de un proyecto o el esfuerzo así definido por un acuerdo- sobre un ámbito.

8 Conclusiones

Construir estructuras históricas seguras, funcionales, con calidad y servicio que trasciendan al tiempo ha sido una constante en este inicio del siglo XXI. La Ingeniería civil en el periodo 2000 – 2010 ha tenido grandes avances tecnológicos que se han incorporado a los proyectos de construcción. Se trata de diferentes estructuras de diseño y construcción vinculadas fuertemente a las tendencias de la sustentabilidad y el mejoramiento del medioambiente (hacer frente a la eliminación adecuada de los productos químicos, desechos biológicos, purificación del aire manejo eficiente del agua y la evaluación de sitios contaminados, reconstrucción del entono afectado por las obras civiles), se han construido proyectos de infraestructura hidráulica, obras lineales (carreteras), edificios que rompen con los esquemas tradicionales en los que se han visto rebasados los límites de resistencia, el incremento en las alturas de los edificios, materiales de nueva generación, adaptación de sistemas inteligentes, conquista de grandes claros en puentes que solo con las nuevas tecnología en materiales se ha logrado.

Los procesos antes mencionados se han caracterizado por la necesidad de lograr una sustentabilidad eficiente de los objetivos, alcances, recursos económicos y una pertinente gestión de la categoría de riesgos (FRCS) identificados en los proyectos de construcción, los cuales requieren de un análisis sustentado en niveles de confianza estadísticos, simulaciones y pronósticos de los escenarios con mayor certidumbre para garantizar una respuesta en tiempo y en forma, que permita integrar indicadores que nos muestren en qué grado se ha logrado cumplir con los objetivos de seguridad, funcionalidad, tiempo, costo, calidad y grado de riesgo.

A las categorías de riesgo identificadas (FRCS) se asocia un gran número de factores, que inciden en los alcances de los proyectos, de los cuales en el escenario internacional tienen una repercusión (desviaciones económicas) importante 23 – 40 % y en opinión de los profesionales entrevistados, estas desviaciones representan en promedio (26%) las cuales sobre pasan en la mayoría de los casos las subvenciones destinadas a los riesgos en cada proyecto.

La actual actitud hacia la responsabilidad e importancia de los factores de riesgo en la construcción sustentable con tendencia alta y media, así como los factores emergentes con mayor trascendencia en el proceso de construcción identificado y analizado en esta investigación se muestran en la tabla 2:

Tabla 2. Factores de Riesgos de la Construcción Sustentable (FRCS)

Categoría	Variables	Características	Impacto
<i>Los eventos terroristas</i>	FCRA	Esta en aumento, se estima que debe ser cualquiera de dos compartido o asumir la responsabilidad la propiedad y las autoridades.	<i>ALTO</i>
<i>La utilización de materiales que no cumplen con las especificaciones,</i>	FCRF	Es considerado de pertenencia al constructor. La actitud prevaleciente es que siempre se asigna la disponibilidad al constructor, su importancia se considera alta.	<i>ALTO</i>

<i>La falta de información confiable sobre el suelo donde se desplantan las obras de construcción,</i>	FCRL, FCRV	La propiedad debe asumir este riesgo, y se considera uno de los más importantes factores de riesgo por su trascendencia en la etapa de construcción.	<i>ALTO</i>
<i>Las condiciones económicas de las diferentes regiones,</i>	FCRD, FCRT	Depende de las condiciones económicas de cada país(fondos de capital, tasas y tarifas oficiales)	<i>ALTO</i>
<i>El incremento en la diversidad de disciplinas que participan en los proyectos,</i>	FCRH, FCRG, FCRK,	Se percibe un incremento constante de los costes en las distintas fases de los proyectos, que las partes que interviene deben compartir junto con la propiedad.	<i>ALTO</i>
<i>Normativas obsoletas,</i>	FCRJ, FCRU,	La planificación defectuosa y las políticas del gobierno, son responsabilidad de la propiedad, por lo que, la tendencia es que esta debe asumir el riesgo.	<i>MEDIO</i>
<i>excesiva reglamentación y las asociaciones venturosas,</i>	FCRÑ	La información deficiente por parte de la Propiedad por lo tanto es esta la que debe asumir el riesgo.	<i>ALTO</i>

El enfoque de la sustentabilidad y el manejo del riesgo en los proyectos de Ingeniería Civil no son nuevos. No obstante, con el advenimiento tecnológico, el incremento de los recursos de comunicación (Internet), las exigencias de los dueños y el deseo de trascender en la historia se requiere contar con ingenieros formados con una sólida experiencia en tecnología de la información, preparados para adaptarse a los rigores de la profesión y hacer frente a la gestión del riesgo en los proyectos de ingeniería Civil, que cada días son más complejos para su análisis y para determinar su responsabilidad.

Referencias

- ANDERSON, L. 1987. Comisión de Comunidades Europea. "Estudios de Construcción y Transportes", Ministerio de Fomento, Revista 97, 2002
- BRUNDTLAND, G.H., 1987. Nuestro Futuro Común. Alianza Editorial. Madrid.
- FIKSEL, J., 2001. Measuring sustainability in Ecodesign, en Charter, M. & Tischner, U.(eds.) en Sustainable Solutions. Developing Products and services for the Future, Greenleaf Publishing Limited, Sheffield.
- KANGARI, "Risk Management Perceptions and trends of U.S Construction", Journal of Construction Engineering and Management. ASCE December, 1995.
- KAPILA, Hendrickson "Exchange Rate Risk Management in International Construction Ventures". Journal Of Management in Engineering /October, 2001, ASCE.
- LCSP (Lowell Center for Sustainable Production), 1998 Sustainable Production: A working definition. Informal Meeting of the Committee Memebers.
- MULCAHY R. "Risk Management". R.M.C. Publicaciones, Inc. EE.UU. 2003.
- RIVM (Dutch National Institute for Public Health and the Environment), 1994. Global Change and Sustainable Development: A perspective for the Next Decade. RIVM. Bilthoven
- UNEP (United Environmental Programme), 1995. The Role of Indicators in Decision- Making, Workshop on Indicators of Sustainable Development for Decision- Making, Ghent

UNDP (United Nations Development Programme), 1995. Human Development Report. Oxford University Press, New York

VELEVA, V. & ELLENBECKER, M., 2001. Indicators of sustainable production: framework and methodology. Journal of Cleaner Production. Vol. 9, pp. 519-549

DATOS DE LOS AUTORES:

M.C. Marco Antonio De La Cruz Romero.

politacr@hotmail.com; marcocruz@mail.uadec.mx

M.I. José Ángel Delgado Trujillo

jadelgadot28@hotmail.com

Ing. Wilson Alejandro Hernández Moreno.

wilsonhermor22@hotmail.com

Ing. Gabriel Arturo Domínguez Pérez.

gabriel_77_21@hotmail.com

Universidad Autónoma de Coahuila. (Facultad de Ingeniería Civil-Unidad Torreón), Ciudad Universitaria, Carretera Torreón - Matamoros Km. 7.5. CP 27000, Torreón Coahuila, México.

Teléfono: 052-871-7571717

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a la comunidad y al comité organizador de proyectos de ingeniería por la oportunidad que nos brindan de exponer esta línea de investigación y a la U. A. de C. y UPM que nos apoyaron en el desarrollo y aplicación del conocimiento de esta comunicación.