

GESTIÓN DEL RIESGO EN PROYECTOS DE INGENIERÍA. EL CASO DEL CAMPUS UNIVERSITARIO PTS. UNIVERSIDAD DE GRANADA (ESPAÑA)

RISK MANAGEMENT IN ENGINEERING PROJECTS. THE CASE OF THE PTS CAMPUS. UNIVERSITY OF GRANADA (SPAIN)

GERMÁN MARTÍNEZ

Dr. Profesor Titular de Universidad Área de Proyectos de Ingeniería – Universidad de Granada (España). gmmontes@ugr.es

BEGOÑA MORENO

Dra. Profesora Titular de Universidad Área de Proyectos de Ingeniería – Universidad de Granada (España). bgmoreno@ugr.es

MARÍA DEL CARMEN RUBIO

Dra. Profesora Titular de Universidad Área de Ingeniería de la Construcción – Universidad de Granada (España). mc rubio@ugr.es

Recibido para revisar Enero 30 de 2012, Aceptado Marzo 6 de 2012, versión final Marzo 7 de 2012

RESUMEN: La concepción, proyecto y ejecución de grandes obras públicas de edificación e ingeniería lleva consigo la gestión sistemática de todos los riesgos inherentes a los mismos y para lo que es imprescindible adoptar modelos de gestión, dotar de medios materiales humanos suficientes y capaces y concretar todos los roles y obligaciones a asumir por cada uno de los agentes que finalmente participan en los éxitos y/o fracasos que se obtengan. En la presente comunicación se expone el análisis de riesgo del caso concreto de un nuevo campus universitario de la Universidad de Granada (una inversión superior a 200 millones de euros) y el modelo de gestión de proyecto y construcción finalmente adoptado así como el aprendizaje del caso obtenido.

PALABRAS CLAVE: dirección integrada; riesgo; grandes proyectos públicos

ABSTRACT: The design, layout, design and implementation of major public projects (building and engineering) involves the systematic management of all risks inherent in them and for what is essential to adopt management models, provision of adequate human and material resources and capabilities and specify all the roles and obligations to be assumed by each of the agents eventually participate in the successes. This paper sets out the management model adopted for a new campus of the University of Granada (over 200 million Euros) It also details the risk matrix as the first step to a correct development of the work.

KEYWORDS: construction management; risk; public project

1. INTRODUCCIÓN

La industria de la construcción, al igual que cualquier área de negocio, se desarrolla en términos de incertidumbre, siendo por tanto el riesgo una característica inherente a la misma que debe ser abordado de una forma sistemática para evitar que suponga un lastre a la viabilidad de los proyectos que se estén acometiendo o se quieran acometer con suficientes garantías de éxito.

Las propias características de los grandes proyectos públicos de ingeniería y edificación conllevan a una definición compleja del riesgo dado que:

- Son muchos los agentes que intervienen a lo largo del ciclo de vida del proyecto, respondiendo cada uno a unos intereses singulares que han de conciliarse en todo momento, con objeto de que no sean incompatibles con los propios del proyecto, normalmente formulados en términos de calidad, precio y plazo [1].
- Los proyectos de ingeniería y edificación, por su propia definición, son únicos en su concepción y posterior materialización en un entorno con unas condiciones que, pudiendo ser similares a otras, nunca son iguales.
- Se trata de proyectos normalmente con unas dimensiones espacio-temporales, económicas y sociales que

suponen la movilización de grandes recursos y que por tanto conllevan riesgos considerables.

En este artículo se lleva a cabo una revisión a fondo del concepto de riesgo, su posible gestión, las particularidades que presenta el sector de la construcción y el aprendizaje derivado del caso real del diseño, proyecto y construcción del Campus Universitario del PTS de la Universidad de Granada (España).

2. GESTIÓN DEL RIESGO EN LOS PROYECTOS DE INGENIERÍA

Al margen de las consideraciones hechas por diversos autores sobre la dificultad de llevar cabo una definición de riesgo por ser difícil de concretar y mucho más de cuantificar [2] es imprescindible para plantear su gestión formular una definición de riesgo que a los efectos del presente trabajo es la siguiente: “un riesgo de un proyecto es un evento o condición inciertos que, si se produce, tiene un efecto negativo o positivo sobre al menos uno de los objetivos del proyecto, como tiempo, coste, alcance [3].

En esta definición se entiende incluidos los conceptos estadísticos de probabilidad y consecuencia, lo que permitirá definir los distintos modelos y herramientas de estudio del riesgo en función del acercamiento que se haga al mismo. Estos son básicos para la formulación de los principios de la gestión del riesgo (risk management) y de la ingeniería de riesgo (risk engineering). Por tanto, serán válidas las consideraciones de algunos autores en los que se vincula la definición de riesgo y su posible gestión a las variables de coste, plazo, seguridad (en el sentido más amplio) y calidad [4]

Si se considera la línea de tiempo (desarrollo del ciclo de vida del proyecto) a lo largo de la misma se puede identificar un riesgo, que podrá tener una mayor o menor probabilidad de ocurrencia y cuyas consecuencias podrán tener mayor o menor impacto en cada uno de los objetivos del proyecto.

Ante el mismo se pueden adoptar acciones preventivas y curativas y en función del momento en que éstas se tomen, las implicaciones de recursos podrán ser unas u otras.

En cualquiera de los casos y bajo el enfoque sistémico de la gestión del riesgo, este debe de aportar al proyecto un valor añadido permitiendo una mayor elaboración, asignando el riesgo presente en cada una de las etapas a los conceptos

que les correspondan [5] y teniendo presente la razón de continuidad en todas las etapas del proyecto [6]

El sector de la construcción, al igual que cualquier otro sector, se desarrolla bajo condiciones de incertidumbre y por tanto, aparecen riesgos a lo largo de todo el ciclo de vida del proyecto [7].

Existen multitud de estudios que han analizado a fondo la identificación, análisis y evaluación de riesgos en la construcción, tratando la mayoría de ellos de establecer un ranking que permita focalizar los principales esfuerzos a adoptar en pos de conseguir los objetivos del proyecto [8,9,10,11,12, 13 y 14]

Todos ellos abordan el análisis del riesgo en los proyectos teniendo presente la percepción de los mismos desde las distintas ópticas que los definen: propiedad, proyectistas y contratistas [15]

De un estudio detallado de trabajos previos (ocho) sobre los principales riesgos asociados al sector de la construcción en localizaciones muy distintas (EUA, UEA, China, Hong Kong, Taiwán, Singapur, Rusia y Kuwait) se puede concluir que éstos son función del entorno geográfico, político, económico y socio-cultural en donde se desarrollan los proyectos.

No obstante, existen determinados riesgos (véase tabla 1) que están presentes en la totalidad de los estudios. De las veces que aparecen los mismos citados entre los cinco principales riesgos del sector se puede derivar un ranking inmediato y relativo para proyectos de ingeniería y edificación (tabla 1)

Tabla 1. Riesgos presentes en la construcción. Frecuencia y Ranking. Fuente: elaboración propia

Riesgo	Veces entre los cinco primeros	Ranking
Errores o falta de definición en el proyecto	7	2
Cambios impuestos por la propiedad durante el proceso constructivo	3	5
Inflación o cambios de precios súbitos	5	3
Falta o defectos en los departamentos de calidad	2	5
Subcontratistas y mano de obra no cualificada	2	5
No disponibilidad de materiales y suministros adecuados	2	5
Programación y plazos no acordes con las posibilidades reales del proyecto	5	3
Intervenciones inapropiadas por parte de la propiedad durante el proceso constructivo	2	5
Retraso en tomas de decisiones a lo largo del proceso constructivo	8	1
Inseguridad jurídica por indefiniciones contractuales o cambios de normativa	4	4

Nota: al ser ocho los trabajos analizados, son cuarenta (8×5) las posiciones posibles entre los cinco primeros, lo que se corresponde con la suma de la primera columna.

Todos los riesgos presentes en el proceso constructivo permiten una clasificación primaria atendiendo al origen de los mismos y su relación con la capacidad de intervención del promotor del proyecto.

En el caso particular de España, el estudio, clasificación y jerarquización de los riesgos posibles en grandes proyectos de ingeniería ha sido desarrollado por diversos autores [16] contemplando las singularidades que aporta el marco legislativo español, los criterios de clasificación de contratista y las distintas modalidades de contratación que pueden presentarse.

Una vez caracterizados los riesgos cabría esperar la existencia de herramientas de gestión de los mismos, aplicando los principios establecidos en la sistematización y análisis del ciclo de vida del proyecto. Existe una falta considerable de modelos prácticos que permitan cuantificar los riesgos en un determinado proyecto y las realizaciones se centran en aspectos puntuales como pueden ser exclusivamente las desviaciones temporales o presupuestarias [17,18]

Otros autores sugieren abordar el análisis del riesgo vinculado a los grandes proyectos de ingeniería mediante la utilización de herramientas como el Método de Montecarlo [19] o bien mediante la caracterización de todas las actividades incluidas en el proyecto y su planificación espacio-temporal [20].

Específicamente en el campo de la programación se han desarrollado modelos de gestión de la incertidumbre y el riesgo basados en la lógica difusa [21].

En cualquiera de los casos, la interpretación de los distintos autores a la hora de plantear modelos de gestión de riesgo es que la sola consideración de las variables tiempo y coste llevan incluidos otros riesgos que, al materializarse, se concretan en una de estas dos tipologías [12,23]. Este sería el caso de un cambio normativo sobrevenido se traduce necesariamente en una adecuación técnica del proyecto y su valoración monetaria, además de los posibles retrasos en la nueva redacción de los documentos técnicos necesarios.

3. PROYECTO DEL PTS – UNIVERSIDAD DE GRANADA

Atendiendo a la clasificación expuesta validada internacionalmente [6,22 y 23], se ha llevado a cabo

un análisis sistemático del proyecto del Campus Universitario del PTS de la Universidad de Granada, cuyas principales conclusiones se exponen en los epígrafes siguientes.

Para ello se expone de forma resumida el alcance y naturaleza de las actuaciones incluidas en el campus universitario del Parque Tecnológico de Ciencias de la Salud de la Universidad de Granada (España), con una inversión superior a doscientos millones de euros, los entes implicados en el desarrollo de los proyectos, obras e instalaciones así como una aproximación a la gestión de riesgos posibles y la propuesta de gestión de los mismos así como el aprendizaje que del desarrollo del proyecto se ha desprendido.

El Proyecto “Campus Universitario de Ciencias de la Salud”, promovido por la Universidad de Granada y financiado por la Junta de Andalucía, consiste en la construcción de un conjunto de edificios para uso docente e investigador que se localiza en el interior del Parque Tecnológico de Ciencias de la Salud (PTS), en donde ya son realidad edificaciones de centros de investigación, centros de innovación, empresas de la rama bio-sanitaria así como un macro-hospital ligado de forma singular a la Facultad de Medicina.

Si bien la totalidad del campus contempla la construcción de las Facultades de Medicina, Farmacia, Ciencias de la Salud, Odontología y el edificio de Servicios Centrales, en una primera fase se ha activado la construcción de 3 edificios y la urbanización de toda una parcela trapezoidal con una superficie total de 100.214,80 m².

Las características generales de las actuaciones recogidas en esta fase del “Campus Universitario de Ciencias de la Salud” son:

- Urbanización. Corresponde a la urbanización de toda la parcela, incluyendo las instalaciones de servicios que comprenden la red de saneamiento, de abastecimiento, distribución de energía eléctrica, alumbrado público, gas, comunicaciones y mobiliario urbano. La parcela se encuentra totalmente dotada en su perímetro de todas las infraestructuras. La nueva distribución de las edificaciones prevé la ejecución de las conexiones con las redes generales perimetrales implantadas.
- Edificio de Servicios Generales (SSGG). Situado

en el centro de la parcela. Este edificio tiene una morfología singular y presta servicios generales del campus como biblioteca, museo, cafetería, etc. La edificabilidad es de 9.010 m² construidos. Contiene las producciones centralizadas de climatización y de protección contra incendios del campus.

- Facultad de Medicina. Este edificio ocupa tres de las barras con forma de L situadas al oeste del edificio de SS.GG. Cada una de éstas está compuesta, a su vez, de una banda horizontal de dos plantas más semisótano para usos docentes y generales. Los alrededores de este edificio quedarán definidos en el proyecto de urbanización y paisajismo. También posee una planta sótano para vehículos, instalaciones, almacenes, etc. El Edificio consta con una superficie construida de 42.680 m², repartida de la siguiente forma; sobre rasante 29.474,00 m² y 13.206,00 m² bajo rasante.
- Escuela de Ciencias de la Salud. También tiene forma de L y ocupa la última barra de las situadas al oeste del edificio de SS.GG. Tiene una superficie total de 16.200 m², siendo 11.400 m² sobre rasante y 4.800 m² bajo rasante. La superficie bajo rasante comprende dos plantas destinadas a servicios generales y específicos.

3.1. Entidades y organismos presentes en el proyecto

Inicialmente, en el desarrollo del proyecto del Campus Universitario del PTS de la Universidad de Granada concurren los siguientes agentes:

- Propiedad: Universidad de Granada.
- Proyectistas y dirección de obra. Contratados a través de un concurso internacional de ideas, se cuenta con un total de cuatro estudios de arquitectura e ingeniería que asumen tanto la redacción del proyecto como la dirección de las obras. El modelo de contratación vincula los honorarios de los mismos no a la satisfacción del cliente sino al presupuesto final de las obras.
- Organismo supervisor de proyecto. Para la primera fase se contó con una ingeniería para el desarrollo de las tareas de supervisión de proyectos, necesaria para el inicio de los expedientes públicos de contratación.
- Contratistas. En la primera fase de desarrollo de

las obras se cuenta con tres contratistas, si bien se trata de un total de siete empresas por haberse constituido uniones temporales de empresas durante el proceso de contratación de las obras.

- Organismos de control de calidad. Se dispone de dos organismos de control de calidad que desarrollan las funciones recogidas en la Ley de Ordenación de la Edificación.
- Administración local. Es la responsable de conceder todos los permisos y licencias relacionadas con el proyecto.
- Administración autonómica. Como promotora de una de las actuaciones que se desarrolla en la parcela del campus.
- Otros contratistas. Empresas constructoras que desarrollan las obras promovidas por otras administraciones distintas de la Universidad de Granada.
- Empresas suministradoras y de servicios. Son aquellas que proveen de los distintos servicios urbanos como son abastecimiento, saneamiento, electrificación, telecomunicaciones, etc.

Posteriormente y tras el análisis global del proyecto y de los riesgos asociados al mismo, la Universidad de Granada adoptó la decisión de incorporar una nueva figura al proyecto:

- Dirección Integrada. Se concreta un contrato de asistencia técnica genérica para que asuma todas las funciones propias del Construction Manager (CM).

4. ANÁLISIS E IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS EN EL CAMPUS DEL PTS

La gestión del riesgo en cualquier proyecto de ingeniería es función del momento del ciclo de vida del mismo en el que se encuentra.

Probablemente, si no se toman medidas de gestión temprana de riesgos (fases de concepción, diseño y toma de decisiones en los modelos de desarrollo de proyectos públicos), finalmente serán necesarias medidas paliativas y correctivas de situaciones que han pasado de ser riesgos a dificultades reales del proyecto.

En este sentido es interesante la cadena de seguridad en relación con la gestión del riesgo que exige el establecimiento de seis pasos efectivos: proacción; prevención; reducción; eliminación; seguimiento y evaluación.

En el caso del Campus Universitario del PTS de la Universidad de Granada se han producido las siguientes circunstancias que, si bien de por sí no suponen riesgos propios del proyecto, han incrementado la potencialidad de los mismos:

- Cambio de equipo de gobierno en la Universidad de Granada, con posiciones diferentes sobre el proyecto y la gestión que ha de hacerse del mismo.
- Cambio en la situación económica que ha afectado de manera sustancial a las capacidades financieras de la administración autonómica (ente principal desde el punto de vista de financiación del proyecto).
- Modificaciones sucesivas de los elementos de desarrollo urbanístico y de los propios proyectos constructivos con objeto de ajustarlos a toda la normativa en aplicación.
- Simultaneidad de actuaciones en la parcela global y retraso en la ejecución de algunas de ellas que condicionan la programación y la planificación de las obras promovidas por la UGR.
- Falta de concreción constructiva en los proyectos de ejecución, lo que supone a la postre una situación de fuerza por parte de determinados agentes a la hora de establecer nuevos escenarios de reclamaciones económicas.

Ante estas circunstancias, la Universidad de Granada estudió las distintas herramientas y posibilidades para la gestión de los riesgos que seguro estarían presentes en el desarrollo del proyecto.

En particular se produjeron, entre otras, las siguientes circunstancias:

- Contradicciones entre los proyectos constructivos y normativa de mayor rango.
- Dilaciones en el otorgamiento de licencias
- Conflictos en la interpretación de contratos de

consultoría y construcción.

- Suspensión de pagos de contratistas que desarrollaban algunas de las actuaciones en la parcela común.
- Disminución en la capacidad de financiación de las administraciones implicadas.
- Modificaciones de las condiciones topográficas de la parcela debido al tiempo transcurrido desde la toma de datos al inicio de las obras.
- Solapamiento entre intereses de los distintos contratistas presentes en la parcela, etc.

5. GESTIÓN DEL RIESGO EN EL PROYECTO PTS – UNIVERSIDAD DE GRANADA

La Universidad de Granada analizó las posibles decisiones a tomar en relación con la gestión global del proyecto.

La solución aportada por diversos autores para la gestión del riesgo vinculado a grandes proyectos de ingeniería se basa en la aplicación de propuesta de trabajo conocida como New Project Management (NPM) y que traslada las ventajas del Project Management (PM) particularizando su instrumentación y desarrollo al sector público y sus singularidades [24 y 25]

SI bien se sondearon todas y cada una de las soluciones más adecuadas para proyecto y obra, considerados de forma individual o conjunta [26], dado el avanzado estado del proyecto se tuvieron que descartar soluciones que son capaces de focalizar y asignar la práctica globalidad de los riesgos en un único ente como es el Construction Management at Risk, y que ha supuesto una herramienta adecuada en el desarrollo de grandes proyectos públicos en el mundo [27 y 28]

Finalmente, dada la complejidad del proyecto, de la imposibilidad de rescisión de las relaciones contractuales con diversos agentes y las continuas interacciones que se producían día a día entre las distintas obras, se concluyó que la única posibilidad de conseguir los objetivos de plazo, coste y calidad del proyecto era contar con un elemento coordinador capaz de actuar previamente a las obras, durante las mismas y en la fase de cierre del proyecto.

Se contrató para ello a una ingeniería capaz de asumir el rol de Construction Manager [3 y 29], exigiéndole el concurso mínimo de un equipo de trabajo dotado y capacitado para el desarrollo de los siguientes cometidos principales:

- Redacción del Manual de Gestión del Proyecto (versión inicial).
- Preparación de las Herramientas de Control del Proyecto.
- Análisis de las mejoras ofertas durante el proceso de contratación y seguimiento de su ejecución y cumplimiento.
- Toma de datos para el seguimiento y control del coste y del plazo.
- Propuesta para ejercer acciones correctoras sobre desviaciones.
- Seguimiento, control y actualización de la programación.
- Seguimiento de la realización de los trámites obligatorios en materia de Seguridad y Salud.
- Coordinación de los diferentes contratistas adjudicatarios de las obras de los diferentes edificios.
- Informes mensuales de avance y situación de las Obras.
- Comprobación de Certificaciones mensuales.
- Propuesta de resolución sobre reclamaciones de las empresas constructoras.
- Coordinación y supervisión de las pruebas de funcionamiento de las instalaciones.
- Coordinación de la retirada de todas las instalaciones y obras temporales y de la limpieza final de las obras por parte de cada contratista.
- Supervisión de la realización de los planos finales según construido a entregar por la Dirección Facultativa.
- Supervisión de la realización por las empresas constructoras de los manuales de operación y mantenimiento.
- Cierre de cuentas del Proyecto, comprobando las certificaciones de liquidaciones finales de obra o instalaciones ejecutadas por las empresas constructoras.
- Asesoramiento a la Universidad de Granada en la recepción de las obras (actividades administrativas que sean necesarias).
- Informe Final del Proyecto.
- Tramitaciones necesarias para obtención de licencia de apertura y primera ocupación.

Actualmente se están desarrollando todas las obras de la primera fase del campus, habiéndose resuelto los problemas previos al inicio de las mismas, mostrándose el Construction Manager como una herramienta adecuada para los objetivos globales del proyecto.

No obstante, los problemas derivados de la falta de definición de los proyectos de ejecución, lejos de resolverse, han ido dibujando soluciones de compensación económica ya no solo relativos a aquellos aspectos pendientes de concreción sino al resultado global de la misma.

Esta circunstancia, junto al hecho de que el equipo redactor coincide con la dirección facultativa y que el contratista principal es una unión temporal de empresas dificulta enormemente las posibilidades de solución en tanto que obliga a las partes a reconocer errores importantes en dos elementos fundamentales del proceso:

- Documentación técnica adecuada y suficiente para que el proyecto pueda ser desarrollado por cualquier técnico con competencia para ello. A esto ha de sumarse una falta absoluta de coordinación y previsión de procesos constructivos y su correcta incorporación a la programación de los trabajos, a través ya no solo de herramientas tradicionales (PERT y GANTT) sino estableciendo diagrama espacio temporales que acrediten la viabilidad de las obras y tareas a realizar sin que se produzcan interferencias que hagan imposible la consecución de hitos parciales y finales.
- Formulación de ofertas a lo largo del proceso de licitación que incluyen objetivos y mejoras difícilmente asumibles desde la economía de la obra.
- Dificultad de establecer líneas de trabajo conjunta por falta de representatividad por parte del contratista principal.

6. CONCLUSIONES. APREDIZAJE DEL CASO

La magnitud y complejidad de los grandes proyectos de ingeniería conllevan riesgos que deben ser gestionados de forma adecuada para conseguir alcanzar los objetivos de los mismos.

La participación en el caso del Campus Universitario del PTS de la Universidad de Granada de cuatro administraciones, de siete contratistas y la existencia de otras dos obras simultáneas en la misma parcela promovidas por distintas administraciones ha supuesto un esquema de relaciones de una difícil gestión.

De la gestión del proyecto llevada a cabo por parte de la Universidad de Granada se extraen las siguientes conclusiones como aprendizajes del caso:

- La coincidencia del equipo redactor del proyecto con la dirección facultativa del mismo, si bien puede suponer un valor añadido por el conocimiento del mismo, puede entrañar grandes riesgos en tanto que durante el proceso de diseño y proyecto se queden aspectos constructivos pendientes de concretar y que finalmente puedan ser objeto de una negociación por parte de las empresas constructoras.
- De igual manera, el establecimiento de contratos de consultoría con un sistema retributivo en el que se aumentan los honorarios en función directa del coste final de la obra ha supuesto una circunstancia perversa que va en contra de la optimización de recursos y la economía de obra. Este modelo de contratación, que ha imperado en los últimos años en España, debe ser totalmente superado por modelos que vinculen las retribuciones a objetivos deseados por el cliente: calidad, coste y plazo.
- La adjudicación de obras a uniones temporales de empresas, teniendo la ventaja inmediata de repartir cuota de mercado, supone un riesgo cierto si la composición porcentual de la misma no permite a una de las compañías tomar decisiones en procesos de negociación continua, siempre presentes en los grandes proyectos de ingeniería.
- La existencia de distintos niveles de administración pública se traduce en ocasiones en enfrentamientos políticos que terminan por afectar a soluciones técnicas de obra (en este caso y en relación con

cotas de urbanización se fijaron tantas posiciones como administraciones y empresas públicas de gestión participaban en el proyecto)

- La figura del Construction Manager, si bien se ha mostrado adecuada para atender a la coordinación y puesta en orden de toda la documentación relativa al proyecto global, no es suficiente para resolver dificultades derivadas de la falta de definición de proyectos y sus consecuencias económicas por no ser entendida como habilitada para ello por los distintos agentes que otorgan esta potestad a la propiedad y solo a esta.

7. AGRADECIMIENTOS

Todos los datos que en este artículo se aportan han sido facilitados por el Vicerrectorado de Infraestructuras y Campus de la Universidad de Granada, habiendo sido posible el acceso a toda la documentación técnica necesaria para su estudio.

REFERENCIAS

- [1] Akintoye, A, and Macleod, M., Risks analysis and management in construction. *Int J Project Manage* 15 (1), pp. 31–38. 1997.
- [2] Lifson, M. and Shaifer, E., Decision and risk analysis for construction management. New York: Wiley- Interscience. 1982.
- [3] PMI., Project Management Institute Standards Committee, A Guide to the project management body of knowledge (3rd ed.), 2004.
- [4] Vaughan, E., Risk management. New York; Wiley. 1997.
- [5] Miller, R., Lessar, D.R. and Floricel, S., Imec Research Group. The strategic management of large engineering projects: shaping institutions, risks and governance. MIT press, Cambridge, Mass. 2000.
- [6] Botín, J., Guzmán, R. and Smith, M., A methodological model to assist in the optimization and risk management of mining investment decisions. *Dyna. Journal of Mines Faculty. National University of Colombia. Edición 170*, pp. 221-226. 2011.
- [7] Barber, R., Understanding internally generated risks in projects. *Int J Project Manage* 23 (8), pp. 584–590. 2005.

- [8] Kangari, R., Risk management perceptions and trends of US construction. *J Construct Eng Manage* 121 (4), pp. 422–429. (1995).
- [9] Ahmed, S., Ahmad, R. and Saram, D., Risk management trends in the Hong Kong construction industry: a comparison of contractors and owners perceptions. *Eng Construct Architec Manage J* 6 (3), pp. 225–234. 1999.
- [10] Kartam, N. and Kartam, S., Risk and its management in the Kuwaiti construction industry: a contractors' perspective. *Int J Project Manage* 19 (6), pp. 325–335. 2001.
- [11] Aleshin, A., Risk management of international projects in Russia. *Int J Project Manage* 20 (4), pp. 207–222. 2001
- [12] Wang, S.Q., Dulaimi M.F. and Aguria, M.Y., Risk management framework for construction projects in developing countries. *Construct Manage Econom* 22 (3), pp. 237–252. 2004.
- [13] Andi. The importance and allocation of risks in Indonesian construction projects. *Construct Manage Econom* 24 (1), pp. 69–80. 2006.
- [14] Ling, F. and Hoi, L., Risks faced by Singapore firms when undertaking construction projects in India, *Int J Project Manage* 24 (3), pp. 261–270. 2006.
- [15] Sameh, M. E., Risk assessment and allocation in the UAE construction industry. *Int J Project Manage* 26 (2008), pp. 431-438. 2008.
- [16] De la Cruz, M.P, Del Cano, A. and De la Cruz, E., Downside risks in construction projects developed by the civil service: the case of Spain. *Journal of Construction Engineering & Management* 132, pp. 844-852. 2006.
- [17] Xu, and Tiong R., Risk assessment on contractor's pricing strategies- *Journal of Construction Management and Economics*. Volume 9, pp.77-84. 2001.
- [18] Tummala, V. and Burchett, J., Applying a risk management process (RMP) to manage cost risk for an EHV transmission line project. *International Journal of Project Management*, volume 17, pp.223-35.1999
- [19] Songer, A., Diekmann, J. and Pecsok, R., Risk analysis for revenue dependent infrastructure projects. *Journal of Construction Management and Economics*, volume 15, pp.377-382. 1997.
- [20] Dawood, N., Estimating project and activity duration: a risk management approach using network analysis. *Journal of Construction Management and Economics*, volume 16, pp.41-48. 1998.
- [21] Arango, M.D., Vergara, C. y Gaviria, H., Modelización Difusa para la Planificación Agregada de la Producción en Ambientes de Incertidumbre. *Dyna. Journal of Mines Faculty. National University of Colombia*. Edición 162; pp. 397-409. 2010.
- [22] Godfrey, P., *Control of Risk: A Guide to the Systematic Management of Risk from Construction*. pub. CIRIA, London, UK. ISBN 0-86017-441-7. 1996.
- [23] Chapman, R.J., The controlling influences on effective risk identification and assessment for construction design management. *International Journal of Project Management* 19 (3), pp. 147–160. 2001.
- [24] Lapsley, I. and Pallot, J. Accounting, management and organizational change: a comparative study of local government. *Management Accounting Research* 11, pp. 213–29. 2000.
- [25] Davidson, J., *The New Project Management: Tools for an Age of Rapid Change, Complexity, and Other Business Realities*. Jossey Bass Business and Management Series. Jossey-Bass Business & Management. Hoboken, USA. 2002.
- [26] Gordon, C. M., Choosing Appropriate Construction Contracting Method. *Journal of Construction Engineering and Management* 120(1). 1994.
- [27] Construction Industry Institute. *Project Delivery Systems: CM at Risk, Design-Build, Design-Bid-Build*. The Construction Industry Institute, 1-44. 1997.
- [28] Sanvido, V. and Konchar, M., Selection Project Delivery Systems: Comparing Design-Build, Design-Bid-Build and Construction Management at Risk. *The Project Delivery Institute*, 1-77. State College, PA. 1999.
- [29] Chapman, C. & Ward, S. *Project Risk Management: Processes, Techniques and Insight*. John Wiley and Sons, Chichester, England. 1997.