

Estrategias de Gestión de grandes proyectos complejos

Bao, C., Alba, F. ^P, Castresana, J. M., González, A., Lostado, R.

Abstract

Managing large capital construction projects (such as capital good constructions, industrial turkey plants, ships, public construction, etc.) requires not only great capital investments but also the management coordination of a multitude of human, organizational, technical, and natural resources. Quite often, the engineering and construction complexities of such projects are overshadowed by economic, societal, and political challenges. The ramifications and effects, which result from differences between early project cost estimates and the bid price or the final project cost, are significant. Over the time span between the initiation of a project and the completion of construction many factors influence in the project and consequently in the project's final costs.

This time span is normally more than one year in duration but for highly complex and technologically challenging projects, project duration can easily involve several years. Over that period, changes to the project scope often occur. This work is a presentation of several strategies, through modeling and data based developments that could estimate a realistic project cost and mainly factors that are the root causes of management project problems.

Keywords: Complex Project Management, deviation factors

Resumen:

La Gestión de grandes proyectos complejos (construcción de bienes de equipo, plantas industriales llave en mano, barcos, obras públicas, etc.) requiere no sólo la financiación de grandes capitales de inversión sino la coordinación y organización temporal de una multitud de recursos naturales, técnicos y humanos. Además, muy a menudo, las complejidades de ingeniería y construcción de estos proyectos son ensombrecidas adicionalmente por problemas económicos, sociales y políticos. Así, como consecuencia, son en muchos casos importantes las desviaciones y efectos derivados de las diferencias entre las iniciales estimaciones del proyecto consideradas en el precio de oferta y los resultados finales que marcan el coste final del proyecto.

De este modo, durante el período de tiempo entre el inicio de un proyecto y la culminación de la construcción del mismo, influyen muchos factores que deben ser tenidos en cuenta como tales y como repercutientes en los costos finales del proyecto. Además este intervalo de tiempo de ejecución es normalmente superior a un año de duración, incluso para proyectos complejos y tecnológicamente desafiantes, fácilmente puede conllevar varios años. Adicionalmente, durante ese período, a menudo ocurren incluso cambios profundos en el ámbito del proyecto. En esta línea, este trabajo es una presentación de algunas estrategias que a través de simulaciones y bases de datos desarrolladas, permitan estimar con bastante exactitud costes realistas de este tipo de proyectos y determinar los principales factores que son las causas de desviaciones en la gestión de los mismos.

Palabras clave: gestión proyectos complejos, factores desviación.

1. Introducción.

La escalada de coste de un proyecto, especialmente si es complejo es un grave problema para las organizaciones. Durante el período de tiempo entre el inicio de un proyecto y la culminación de la construcción hay una gran diversidad de factores diferentes que influyen notablemente en los costes finales del proyecto. Durante ese período, a menudo se producen cambios alcance de proyecto sustancial. Durante las primeras etapas de un proyecto muchos factores que influyen en los costes de proyecto no se conocen, éstos pueden ser del tipo de insuficientes conocimientos: sobre la ubicación exacta del proyecto, sobre los requisitos ambientales o sobre otras restricciones. Además también hay otros factores de proceso que, a menudo, no se tienen en cuenta pero que producen aumentos importantes sobre la estimación de gastos inicial del proyecto.

Adicionalmente, las estimaciones iniciales presentan una serie de problemas inherentes, entre ellos:

- La dificultad en la evaluación de la calidad y la integridad del costo del proyecto en una fase temprana del mismo;
- La dificultad para describir las soluciones de ámbito para todas las cuestiones temprano en el proyecto de desarrollo;
- La Dificultad en identificar las principales esferas de la variabilidad y la incertidumbre en el ámbito del proyecto y los costes;
- La dificultad en el impacto de coste de los cambios de diseño que ocurre entre principal de gastos de seguimiento.

2. Objetivos

Esta investigación y el objetivo del trabajo no es tanto sugerir cambios en la estimación de los procesos, como ofrecer una colección clara y concisa de estrategias que pueden resultar útiles en la gestión de grandes proyectos, especialmente en la mejora en la estimación de costes del proyecto y evitar posibles fallos posteriores debidos al ahorro económico de costes derivados de la mala previsión inicial de los mismos en las etapas iniciales.

Así, este trabajo es una presentación de algunas estrategias que a través de simulaciones y bases de datos desarrolladas, permitan estimar costes realistas de este tipo de proyectos y determinar los principales factores que son las causas de desviaciones y problemas de gestión de los mismos.

3. Metodología

En la preparación de este trabajo han sido examinados más de 100 documentos. Los documentos consultados han sido artículos de revistas (63 %), informes (12 %), congresos (12 %), y otros documentos (documentos industriales internos, peritaciones, auditorias y arbitrios industriales, presentaciones, resúmenes. Los datos recopilados de todas estas fuentes han permitido la identificación de algunas de las causas principales que se encuentran frecuentemente detrás de los errores de estimación de proyecto no tenidos a veces en cuenta en las fases iniciales de planificación de proyecto.

4. Discusión de resultados

Análisis de los Factores de la escalada de costes/gastos.

Los factores que conducen a la sub-estimación de proyectos han sido identificados a través del análisis de los resultados del análisis de un número de estudios y proyectos. De ellos se ha desprendido que los factores de sub-estimación de los costos de proyecto pueden dividirse según las fases de desarrollo del proyecto en los de planificación y los de ejecución.

La Planificación incluye todas las fases de desarrollo de proyecto antes de la licitación incluyendo las estimaciones a largo plazo de la planificación, la programación, el avance de planificación, el diseño preliminar y el diseño final. La Ejecución implica tras la firma del contrato y la planificación, la elaboración de proyecto como tal.

Los factores que afectan a la estimación en cada fase de desarrollo según su naturaleza pueden clasificarse también en factores internos y factores externos.

Estudio de los factores por su tipología:

- Factores de Planificación internos:

Entre los diversos factores internos que pueden conducir a sub-estimación de los costes de un proyecto en la etapa de planificación, siete factores son los más relevantes: el sesgo, los efectos de aproximaciones de entregas, los cambios de programación del proyecto, las complejidades de la ingeniería y la construcción, el tiempo, los cambios de ámbito, etc. Cada uno de estos factores, por separado o en combinación los unos con los otros, pueden provocar desviaciones importantes en los proyectos y en consecuencia aumentos de gastos previstos inicialmente en los proyectos.

La naturaleza, causas de cada uno de estos factores son las siguientes:

- **El sesgo:** es la tendencia sistemática, y se produce generalmente por ser demasiado optimistas en los parámetros clave del proyecto. A menudo se considera como la subestimación intencional de costos de proyecto a fin de asegurar que un proyecto sigue siendo en el programa de ejecución.
- **Los efectos de aproximaciones de entregas:** la división de riesgo se desplaza hasta que no se puede controlar un riesgo específico, y así el coste del proyecto probablemente aumentará. La decisión sobre qué enfoque de entrega del proyecto, diseño-oferta-generación, diseño generación, o generación-explotación y traspaso y metodología de adquisiciones, oferta baja, mejor valor o calificaciones basaban efectos de la selección en la transferencia de los riesgos de proyecto
- **Los cambios en la planificación del Proyecto:** especialmente extensiones, causada por las restricciones presupuestarias o desafíos de diseño puede causar aumentos inesperados en inflación costo incluso cuando se ha previsto con precisión la tasa de inflación.
- **El tiempo:** el valor económico del tiempo, medido bien por la tasa de inflación o bien por el calendario, es un valor a tener en cuenta en las desviaciones y penalizaciones consecuentes a los retrasos, a la hora de valorar proyectos. Las previsiones iniciales a menudo se tienen que reajustar y la replanificación, conlleva a nuevos escenarios temporales y de costes.

- **Las complejidades de la Ingeniería y la construcción:** causada bien por la ubicación o por el propósito del proyecto pueden hacer el trabajo muy difícil y llevar a errores de la coordinación interna entre los componentes del proyecto. Si no se abordan estas cuestiones es probable que se produzcan aumentos notables de gastos.
- **Los cambios de ámbito:** que deberían ser controlables al inicio, pero que frecuentemente no sucede, pueden llevar a subestimación de los costos del proyecto. Tales cambios pueden incluir modificaciones en los límites de la construcción del proyecto, modificación del diseño, o corrección de las dimensiones clave del proyecto.
- **La pobre estimación (errores y omisiones):** puede conducir a subestimación del costo del proyecto. La documentación de estimación debe estar en un formulario que pueda ser entendido, comprobado, comprobado y corregido. El empleo sistemático en una buena estimación de eficaces formatos, procedimientos y procesos permite una retroalimentación continua para la minimización de la repercusión de estos factores.
- **La aplicación incoherente de contingencias:** causa confusión entre lo que se incluye en los elementos de base de una estimación y lo que está cubierto por cantidades de contingencia. Los fondos para imprevistos normalmente están diseñados para cubrir una variedad de los eventos posibles y problemas que no se identifican específicamente por falta de definición de proyecto durante la preparación de estimaciones planificación tempranas.

- Factores de Planificación externos:

Los Factores externos que pueden llevar a la sub-estimación de los costes del proyecto incluyen factores relacionados con la tasa de inflación y las condiciones del mercado. Una vez más se reconoce que cada uno de estos factores puede actuar por separado o en combinación con otros para provocar aumentos de gastos importantes del proyecto.

La naturaleza, causas de cada uno de estos factores son las siguientes:

- **Los requisitos y condiciones de gobierno local:** normalmente incluyen la mitigación de los efectos del proyecto y la negociación con cambios adiciones. Las medidas adoptadas son a menudo necesarias para aliviar los impactos negativos percibidos en el entorno social local, así como sobre el medio ambiente natural.
- **El valor de tiempo de dinero:** es un factor clave en la subestimación de los gastos para muchos proyectos. El valor de tiempo de dinero puede afectar al proyecto y ser causado porque no se comunican los gastos del año de construcción, porque la finalización del proyecto se retrasa y por lo tanto, el coste está sujeto a la inflación sobre una mayor duración de lo previsto y/o porque la tasa de inflación es mayor que la prevista en la estimación.
- **El ámbito vacío:** es similar a cambios en el ámbito de aplicación; sin embargo, estos cambios son generalmente la acumulación de los cambios de menor alcance. Los proyectos suelen a menudo crecer, con el progreso de proyecto desde el inicio hasta el desarrollo y entrega.
- **Las condiciones de mercado:** o cambios en el entorno macro económico pueden afectar a los costos de un proyecto, especialmente en grandes proyectos, cuyos riesgos asociados son mucho mayores, afecta a los costes del proyecto. La evaluación incorrecta de las condiciones del mercado puede llevar a un coste del proyecto incorrecto.

- Factores de Ejecución internos:

- **El crecimiento del coste:** que ocurre durante la construcción de un proyecto no puede ignorarse y debe ser replanificada en un proyecto. Los factores internos que conducen a la subestimación de los costos del proyecto durante la ejecución de un proyecto se derivan en problemas de gestión de proyectos.
- **La aplicación incoherente de contingencia:** puede ser un factor interno que está contribuyendo a subestimación durante la fase de planificación y a sobrecostos durante la ejecución de los proyectos.
- **La ejecución defectuosa:** en la gestión de un proyecto puede llevar a proyecto sobrecostos. Este factor puede incluir la incapacidad de los representantes del Organismo certificador para realizar acciones o decisiones oportunas, o proporcionar información relativa al proyecto, y falta de apreciar las dificultades de construcción causa por la coordinación de la conexión de trabajo o trabajo responsabilidades [1] [2] [3] [4] [5], [6], [7]..
- **Las ambiguas disposiciones de contrato:** diluir la responsabilidad causa malentendidos entre las partes implicadas en el proyecto y ello a defectuosos trabajos que conllevan más costes.
- **El documento de contrato con conflictos:** suele llevar a errores y confusión en la licitación, y más tarde durante la ejecución del proyecto pueden causar órdenes de cambio y re-elaboración y más costes.

- Factores de Ejecución externos:

Los factores de ejecución externos que conducen a la subestimación de los costes del proyecto durante la ejecución caben destacarse los que se presentan a continuación:

- **Los requisitos y condiciones de los gobiernos locales:** pueden afectar notablemente a los costes del proyecto durante la fase de ejecución. Las medidas de mitigación de los efectos durante la fase de planificación, impuesta por el Gobierno local, o grupos ambientalistas durante la construcción de un proyecto pueden ampliar la duración de proyecto, lo que afecta a las prestaciones de inflación y al costo directo.
- **Los eventos imprevistos:** como inundaciones, huracanes, o incidentes relacionados son inesperados y normalmente no previsible inicialmente pero han de tenerse en cuenta. Además han de considerarse los eventos controlados por terceros, que también son imprevistos, entre los que incluyen el terrorismo, huelgas de mano de obra y cambios en los mercados financieros. Estas acciones pueden tener devastadoras consecuencias al proyecto también en costes.
- **Los gastos imprevistos:** debidos a condiciones de suelo desconocido, no como el previsto o suelos contaminados pueden afectar a los procesos de construcción. y puede aumentar el coste del proyecto.
- **Las condiciones de mercado:** afectan a los costes del proyecto durante la fase de ejecución similar a los efectos durante la fase de planificación. Cambiar las condiciones del mercado durante la construcción de un proyecto reduce el número de los ofertantes, afecta a la fuerza de trabajo y otros elementos relacionados pueden interrumpir el plan de proyecto, y por tanto en el presupuesto.

5. Casos de estudio. Elaboración de posibles estrategias.

La elaboración de estrategias durante el desarrollo del proyecto es fundamental para planificar, replanificar, controlar y actuar en la gestión del proyecto. Una estrategia eficaz debe elaborarse con toda la información disponible en el momento se desarrolla tal estimación. En muchos casos durante la evolución del proyecto pueden combinarse varias estrategias y/o variar de una a otra según la evolución del mismo. En esta línea, la ingeniería de investigación ha demostrado que la capacidad y eficacia de influir y gestionar el proyecto es mayor en las primeras etapas de desarrollo del mismo y por ello el diseño óptimo de la estrategia más eficaz es mucho más importante de definir en las fases previas o iniciales.

5.1. La Estrategia de gestión.

Esta estrategia **de gestión** está basada en:

- **Los procedimientos de contención de costes:** mediante el desarrollo de un protocolo para acciones cuando los gastos se han excedido en hitos. Estas acciones debieran incluir una justificación para los cambios y la aprobación de un presupuesto revisado si los costos no pudieran contenerse.
- **La aprobación por la autoridad:** mediante el desarrollo de políticas sobre aprobaciones requiere cambios en el ámbito de aplicación, el plan y el coste como ocurren durante el proceso de desarrollo del proyecto.

El alcance y el plan de estrategia debe tener en cuenta dos ámbitos posibles:

- **El ámbito de la incertidumbre:** donde es necesario desarrollar un mecanismo que describa claramente lo que está incluido en el ámbito del proyecto y el programa, y lo que no se incluye, especialmente con relación a los costos de proyecto estimado.
- **El ámbito de la forma de cambio:** mediante el desarrollo de un procedimiento que aliente al equipo del proyecto para documentar los cambios de ámbito y alcance de tal forma que sus repercusiones en coste y la programación se puedan evaluar y seguimiento.

5.2. La estrategia de riesgo.

Esta Estrategia está basada en:

- **Las estimaciones probabilísticas:** de coste o planificación se pueden realizar utilizando las herramientas de software disponibles y las investigaciones previas de otros autores [8] [9] [10] [11] [12] [13] [14].
- **La contingencia:** que es a menudo la cuantificación más visible del riesgo de proyecto. Directamente se debe reflejar el estado de la definición del alcance de proyecto y la finalización de diseño. El utilizar simplemente el valor de contingencia típico (por ejemplo, 10 %) se debe evitar cuando se pueda obtener más información sobre el proyecto. Los principales factores que contribuyen a la contingencia de proyecto deben incluirse en una descripción de la contingencia.
- **Las acciones contingentes:** identificado riesgos específicos y sus impactos potenciales, las estrategias, y las tácticas para tratar estos riesgos deben ser desarrollados y preparados para su posible aplicación y mitigar o proporcionar rutas de acceso óptimas que permitan superar eficazmente los riesgos identificados.

5.3. La Estrategia de método de la entrega y adquisiciones.

Esta Estrategia está basada en:

- Métodos alternativos de compra: donde se consideren alternativas a la tradicional de baja oferta de adquisición cuando puede justificarse el valor del dinero. Por ejemplo, técnicas de adquisiciones de mejor valor se han aplicado correctamente en la construcción del sector público para alcanzar los contratistas más calificados, soluciones más innovadoras y tiempos de construcción más cortos.
- Valoración de magnitud del contrato: mediante el desarrollo de proyectos de tamaño adecuado para el mercado disponible y entender el impacto de competencia en el mercado es esencial para desarrollar una estimación precisa.

5.4. La estrategia de la calidad.

Esta Estrategia está basada en: la Mejora continua basada en cuadros de mando integrales eficaces, lo que conlleva la elaboración e implementación, revisión y control de registros, de diversa índole, tanto:

- Registros internos: que recojan el desarrollo de los procesos y que proporcionen una evaluación exhaustiva de la integridad y exactitud de la labor por personas que no son directamente responsables del proyecto (verificación independiente y revisión). Las revisiones de los documentos internos deben determinar la viabilidad del concepto de diseño, la constructibilidad y permitir comprobar que los datos proporcionados por otros se han usado correctamente y son apropiados.
- Registros externos: proyectos técnicamente complejos requieren un proceso de revisión del documento que utiliza los profesionales con más experiencia para el tipo especial de trabajo prevista. Estos equipos de expertos compuestos por profesionales externos deben constituirse para evaluar la calidad del documento.
- La creación de la base de proyecto: de alcance aprobado y coste resultante, implica un seguimiento de todos los cambios en el ámbito del proyecto, y del plan y costes en todo el diseño del proyecto. Esto permite el seguimiento de cambios del proyecto y una comparación continua de datos.
- Las revisiones de estimación externas: con proceso de revisión con retroalimentación de la estimación, utilizando equipos expertos externos ayudará a lograr la calidad de la estimación.
- Aprobación por la autoridad - desarrollo del protocolo de autoridad de aprobación como se describe en la estrategia ayudará a abordar las cuestiones externas.

5.4. La estrategia de comunicación

Esta Estrategia está basada en:

- Comunicación: de factores que influyan sobre el coste del proyecto.
- Divulgación pública: coherente con la evolución temporal del proyecto.

6. Conclusiones

En el trabajo se han analizado a través de una gran serie de estudios asociados a gestión de proyectos, y los factores contribuyentes de las desviaciones y de escalada de costes de los mismos. Cada factor constituye un reto a cualquier organización tratando de mejorar la eficacia de la gestión de sus proyectos.

Se han estudiado por su tipología los Factores de Planificación (internos y externos) y los Factores de Ejecución (internos y externos). Estos factores pueden mitigarse mediante el desarrollo de estrategias alineadas con los factores que causan el costo de la escalada en proyectos.

La elaboración de estrategias durante el desarrollo del proyecto es fundamental para planificar, replanificar, controlar y actuar en la gestión del proyecto. Una estrategia eficaz debe elaborarse con toda la información disponible en el momento en que se desarrolla tal estimación. En muchos casos durante la evolución del proyecto pueden combinarse varias estrategias y/o variar de una a otra según la evolución del mismo.

En esta línea, la ingeniería de investigación ha demostrado que la capacidad y eficacia de influir y gestionar el proyecto es mayor en las primeras etapas de desarrollo del mismo y por ello el diseño óptimo de la estrategia más eficaz es mucho más importante de definir en las fases previas o iniciales.

Se han analizado diversos ejemplos de aplicación de estrategias posibles, entre ellas la estrategia de gestión, la estrategia de riesgo, la estrategia de método de entrega y adquisiciones, la estrategia de la calidad, y la estrategia de comunicación.

La gestión más eficaz de los proyectos, con control de las desviaciones y precisión en las estimaciones gastos en los proyectos, puede abordarse eficazmente con el control y el seguimiento mediante cuadros de mando integrales de indicadores y la implementación de estrategias óptimas en cada momento, abordando y corrigiendo las principales causas de desviación con planificaciones y re-planificaciones detalladas retroalimentadas. De este modo previsiblemente se minimizarán las probabilidades de problemas consecuentes posteriores (incluidos los aumentos de costes) en los proyectos.

Agradecimientos

Los autores desean manifestar su agradecimiento al Plan Nacional de I+D+i que a través del Proyecto DPI2007-61090 ha contribuido al desarrollo de este trabajo

Referencias

- [1] Bao, C. , Gutiérrez, S."Estudio del fallo en servicio de la tubería del serpentín de la caldera compacta acuatubular de un paso. fallo por corrosión-tensión", *Revista Metalurgia y electricidad*. Vol. 669, 1995, pp. 70-73.
- [2] Gutiérrez, S., Bao, C. "Fallo en una caldera pirotubular. Estudio de la ruptura del haz tubular. Fallo de corrosión por picaduras, *Revista Ingeniería Química*, Vol. 311, 1995, pp. 147-152.
- [3] Bao, C., Gutiérrez, S. "Soldaduras de titanio tubo-placa tubular en condensadores de intercambiadores de calor industriales: evaluación metalográfica de homologación", *Revista de soldadura*, Vol. 39, 1996, pp. 9-39
- [4] Bao, C., Castresana, J. M., Landa, P. "Gestión ambiental de neumáticos usados", *Revista Ingeniería química*, Vol. 327, 1996, pp. 361-368.
- [5] Bao, C., Gómez, C., Pérez, M.V., Flores M.T., "Talbot effect interpreted by number theory" *Journal of the optical society of America*, Vo 18, IND. 12, 2001, pp. 2707-2716
- [6] Gómez, C., Bao, C., Pérez, M. V., Flores M. T., L. Chantada, "Temporal zone plate", *Opt. Soc. Am. A*, 2008, pp. 3077-3082
- [7] Pérez, M.V., Bao, C., Gómez, C., "Design of GRIN optical component for coupling and interconnects, *Laser & Photon.*, Rev, 2, No 3, 2008, pp. 203-215.
- [8] González-Marcos, A., Castejón-Limas, M., Alba, F., & Torre, V. Development of neural network-based models to predict mechanical properties of hot dip galvanised steel coils. *Revista Española de Metalurgia*, Vol.45, .2008 Pp. 45–53.
- [9] Gonzalez-Marcos, A., Pernia-Espinoza, A.V.,Alba-Elías, F.,& García-Forcada, A. Aneural network-based approach for optimising rubber extrusion lines. *International Journal of Computer Integrated Manufacturing*, Vol 20 (8), 2007, pp. 828–837.
- [10] Martínez de Pisón, F. J., Alba-Elías, F., Castejón-Limas, M., González-Rodríguez,J. A., Improvement and optimisation of hot dip galvanising line using neural networks and genetic algorithms, *Ironmaking and Steelmaking* 2006, Vol. 33 No 4, pp. 344-353
- [11] Martínez-de-Pisón, F. J., Ordieres, J., Pernía, A., Alba F., Torre, F. "Reducción de problemas de adherencia en procesos de galvanizado mediante técnicas de minería de datos", *Revista de metalurgia*, 43 (5), septiembre-octubre, 2007, pp. 325-336,
- [12] Ordieres-Meré, J. , González-Marcos, A., Lobato-Rubio, , *IronmakingSteelmaking*, Vol, 31, 2004, pp. 43-50.
- [13] Pernía-Espinoza, A. V., Ordieres-Meré, J. B. , Martínez-de-Pisón J. , González-Marcos A.: *Neural Networks*, 2005, Vol.18, pp. 191–204.
- [14] Pernía-Espinoza, A. V., Ordieres-Meré, J. B. , Martínez-de-Pisón J. , González-Marcos A M. Castejón-Limas, A. González-Marcos, and Lobato-Rubio V., *Ironmaking Steelmaking*, 2005, Vol. 32, (5), pp. 418–426

Correspondencia (Para más información contacte con):

Dr. Carmen Bao Iturbe

Departamento de Ingeniería Mecánica

ESCUELA DE INGENIERIA INSDUSTRIAL

Universidad de la Rioja

Luis de Ulloa 20

26004 Logroño, La Rioja, España

Teléfono +34 941299537

FAX +34 941299794 28 96 01

e-mail: carmen.bao@unirioja.es

URL: <http://www.unirioja.es>