

Categorización de los principales factores de atrasos en proyectos de construcción

Jojan Estiben Rubiano Forero

**Trabajo de Grado para Optar el título de
Ingeniero Civil**

Director

Edward Vargas Quintero

Magister en Ingeniería Civil

Universidad Industrial de Santander

Facultad de Físico-Mecánica

Escuela de Ingeniería Civil

Bucaramanga

2019

Dedicatoria

A Dios, por haber permitido cumplir una meta más en mi vida.

A mis padres, Crisanto Rubiano y Doris Forero, por ser mi apoyo incondicional para cumplir esta meta y por brindarme los mejores recursos y enseñanzas las cuales han laboreado mi camino hasta el día de hoy.

A mi hermano Anderson, por acompañarme y brindarme su apoyo en los todos los momentos de mi vida.

A todas las personas y amigos que de una u otra manera han aportado un granito de arena para ser la persona que soy el día de hoy.

Agradecimientos

Se expresa profundos agradecimientos a la Universidad Industrial de Santander, al grupo de investigación de Geomática, Gestión y Optimización de Sistema por el aporte de las bases de datos para la ejecución de este proyecto.

Se agradece a los profesores Omar Giovanny Sánchez Rivera y Edwar Vargas Quintero por sus apoyos, dedicación y aportes conceptuales brindados en el desarrollo de la investigación.

Contenido

	Pág.
Introducción	12
1. Objetivos	13
1.1 Objetivo General	13
1.2 Objetivos Específicos	13
2. Marco Teórico	14
2.1 Atrasos en proyectos y su análisis	14
2.2 Clasificación de los retrasos en proyectos de construcción	16
2.2.1 Eventos imprevistos	17
2.2.2 Eventos más allá del control del contratista	17
2.2.3 Eventos sin culpa ni negligencia	18
2.3 Riesgos	18
2.4 Análisis de riesgos	20
2.5 El manejo del riesgo en el caso colombiano	21
3. Metodología	22
3.1 Riesgos imputables al contratista	24
3.2 Riesgos imputables al contratante	25
3.3 No compensables	25
4. Discusión	25
4.1 Publicación de estudios en el tiempo	27
4.2 Distribución espacial de los estudios	28

4.3 Métodos de indexación de factores de retraso	29
4.4 Análisis Estadístico	30
4.5 Índice de frecuencia	31
4.6 Índice de severidad	31
4.7 Índice de importancia	32
4.8 Índices de frecuencia, severidad e importancia	32
4.9 Puntuación media	33
4.10 Peso (ponderación) de importancia relativo	33
4.11 Índice de importancia relativa	34
4.12 Media de ponderación	35
4.13 Tabla resumen de datos	36
4.14 Análisis factor de tipo operacional	45
4.15 Escala cualitativa para la valoración del impacto de factores de retrasos	46
5. Conclusiones	49
Referencias Bibliográficas	51

Lista de Tablas

Tabla 1. Frecuencia relativa por tipo de riesgo..... 35

Tabla 2. Frecuencia relativa por tipo de riesgo..... 36

Tabla 3. Factores de tipo económico 38

Tabla 4. Factores de tipo social o político 39

Tabla 5. Factores de tipo operacional 40

Tabla 6. Factores de tipo financiero..... 41

Tabla 7. Factores de tipo regulatorio 42

Tabla 8. Factores de la naturaleza..... 42

Tabla 9. Factores de tipo ambiental 43

Tabla 10. Factores de tipo tecnológico 44

Tabla 11. Factores de tipo no excusables..... 44

Tabla 12. Factores asociados a la complejidad del proyecto 46

Lista de Figuras

Figura 1. Clasificación de retrasos reportados en literatura.....	16
Figura 2. Relación definición de Riesgo Vs Factor	19
Figura 3. Identificación de los riesgos	20
Figura 4. Clasificación de riesgos conforme al documento Conpes 3714.....	23
Figura 5. Clasificación de los tipos de riesgos.....	24
Figura 6. Sector de estudios analizados	27
Figura 7. Numero de artículos entre 1987-2018	28
Figura 8. Distribución espacial de los estudios.....	29
Figura 9. Frecuencia relativa por tipo de riesgo	37
Figura 10. Definición de escalas de impacto para cuatro objetivos del proyecto.....	47
Figura 11. Impacto de Riesgo	48
Figura 12. Propuesta de valoración de impacto en factores de retraso	49

Resumen

TITULO: CATEGORIZACIÓN DE LOS PRINCIPALES FACTORES DE ATRASOS EN PROYECTOS DE CONSTRUCCIÓN*

Autor: Jojan Estiben Rubiano Forero **

Palabras Clave: Causas de retrasos; CONPES; retrasos en la construcción; revisión sistemática.

Los retrasos en la industria de la construcción son un fenómeno global y son considerados como uno de los problemas más persistentes en todo el mundo. Los retrasos en los proyectos de construcción son problemas que ocurren con frecuencia durante la vida del proyecto, lo que lleva a disputas y litigios entre las partes interesadas. Por lo tanto, es esencial estudiar y analizar las causas de los retrasos en la construcción y como estos influyen en los proyectos. El objetivo de este estudio es realizar una revisión sistemática e identificar las principales causas de retrasos en proyectos de construcción y crear un ranking a través de los parámetros del documento CONPES 3714 de 2011. Este estudio analizo los resultados de algunas investigaciones previas conducidas alrededor del mundo identificando un total de 80 documentos seleccionados con evidencia de factores de retrasos en los proyectos de construcción, los análisis de los datos fueron considerados de diferentes parámetros para la agrupación de los factores de atrasos en categorías generales propuestas en el documento CONPES 3714 de 2011 y mediante herramientas para la identificación de riesgos de un proyecto provenientes de la Guía de los Fundamentos para la Dirección de Proyectos (Guía PMBOK). La categoría de los riesgos no excusables son los que presentan mayor índice de frecuencia en los atrasos de proyectos de construcción.

* Trabajo de grado

** Facultad de Ingenierías Físico-Mecánicas, Escuela de Ingeniería Civil, Director: Edwar Quintero Vargas, Magister en Ingeniería Civil

Abstract

Title: CATEGORIZATION OF THE MAIN FACTORS OF ARRANGEMENTS IN CONSTRUCTION PROJECTS *

Author: Jojan Estiben Rubiano Forero **

Keyword: Causes of delays; construction delays; CONPES; systematic review.

The delays in the construction industry are a global phenomenon and are considered as one of the most persistent problems throughout the world. Delays in construction projects are problems that occur frequently during the life of the project, which leads to disputes and litigations between stakeholders. Therefore, it is essential to study and analyze the causes of construction delays and how these influence the projects. The objective of this study is to conduct a systematic review and identify the main causes of delays in construction projects and create a ranking through the parameters of the CONPES 3714 of 2011 document. This study analyzed results of some of previous researches conducted all over the world identifying a total of 80 documents were selected with evidence of delay factors in construction projects, in the data analysis were considering different parameters to group the delay factors in general categories proposals on the CONPES 3714 of 2011 document and by means of tools for the identification of risks of a project coming from the Guide of the Fundamentals for Project Management (PMBOK Guide). The category of non-excusable risks is those that present the highest frequency index in the delays of construction projects.

* Degree work

** Faculty of Physical-Mechanical Engineering, School of Civil Engineering, Director: Edwar Quintero Vargas, Master in Civil Engineering

Introducción

Los problemas de retrasos en la industria de la construcción es un fenómeno global (Sambasivan & Soon, 2007), estos retrasos en la construcción significan un tiempo excedido ya sea más allá de la fecha del contrato o más allá de la fecha que las partes acordaron para la entrega del proyecto (Marzouk & El-Rasas, 2014b). El retraso en la construcción es considerado uno de los problemas principales más recurrentes en la industria de la construcción y tiene un efecto adverso en el éxito del proyecto en términos de tiempo, costo, calidad y seguridad (G. J. Sweis, 2013). Los retrasos difieren de un país a otro, de un proyecto de construcción de otro y del tipo de construcción o del costo a otro debido a las circunstancias de cada proyecto (Aziz & Abdel-Hakam, 2016), los retrasos se presentan en todo tipo de proyectos de construcción tanto en las obras publicas como en las privadas. La meta principal de cada proyecto es lograr la finalización del trabajo a tiempo y con las especificaciones propuestas (Kaleem, Irfan, & Gabriel, 2014). El presente artículo de revisión consolida una lista de factores de retrasos en la construcción y organizados para su análisis a partir de los lineamientos generales de políticas de riesgo en proyectos de infraestructura descritas en el documento Conpes 3107, reportados en la literatura a partir de estudios adelantados en diferentes tipos de construcción, países, periodos e incluso diferente categorización de causas o factores de retrasos (Aziz & Abdel-Hakam, 2016).

1. Objetivos

1.1 Objetivo General

Identificar los principales factores de atrasos de los proyectos de construcción, bajo el contexto del documento CONPES 3714 de 2011, mediante la metodología de revisión sistemática entre los años 1987-2017.

1.2 Objetivos Específicos

Categorizar, con base en la propuesta del documento Conpes 3714 de 2011 los factores de atrasos en proyectos de construcción reportados en la literatura.

Seleccionar los principales factores de atrasos en proyectos de construcción por categoría, con base en los indicadores de incidencia e impacto reportadas en la literatura.

Precisar la descripción contenida para tipos de riesgo en el documento M-ICR-01 “Manual para la Identificación y Cobertura del Riesgo en los Procesos de Contratación con base en los factores identificados en la literatura.

Proponer una escala cualitativa para la valoración del impacto de los factores de retraso identificados equivalente a la propuesta en el M-ICR-01 “Manual para la Identificación y Cobertura del Riesgo en los Procesos de Contratación”.

2. Marco Teórico

2.1 Atrasos en proyectos y su análisis

Los sobretiempos en general son causados por atrasos de actividades de proyectos individuales que tienen un efecto en el camino crítico. Los atrasos se pueden definir simplemente como el acto de hacer que algo suceda más tarde de lo que se esperaba o que causó que algo se realizara más tarde de lo planeado. Los atrasos engendran la pérdida de productividad e interrumpen el flujo de trabajo en el sitio, lo que resulta en la terminación tardía del proyecto, el aumento del costo relacionado con el tiempo y el abandono del proyecto o la terminación del contrato. Los atrasos por sí mismos no son poco comunes y a menudo inevitables. Sin embargo, a menudo el impacto de la actividad se retrasa en la ruta crítica que determina si todo el proyecto invadirá su horario (Asiedu & Alfen, 2016).

El análisis de los retrasos en los proyectos de construcción se encuentra influenciada por la perspectiva del análisis de estos en razón a la concurrencia, mezcla o entrelazamiento de causas las o factores que los originan. Una definición concisa y clara de los atrasos simultáneos es esencial para comprender la cuestión de la concurrencia diferida. A nivel mundial, existe un argumento discutible entre investigadores y analistas con respecto a la definición de atrasos simultáneos en la industria de la construcción. La definición de atrasos simultáneos por investigadores y analistas varía en función de su perspectiva sobre la ocurrencia de la simultaneidad. Farrukh Arif y Ayman A. Morad, proponen una clasificación basada en eventos, análisis causa/efecto o en la combinación de ambas (H. Abdul-Rahman et al., 2006).

Investigadores y analistas tienden a definir atrasos simultáneos sobre la base de la ocurrencia de los eventos retardadores reales solamente. Sus definiciones parecen presentar un argumento de que es la ocurrencia concurrente de acontecimientos reales lo que causa el retraso sin importar cuando sus causas empezaron a desenterrarse. En Reynolds y Revay (2001) (Reynolds & Revay, 2001), por ejemplo, "el retraso concurrente se experimenta en un proyecto cuando dos o más eventos de retardo separados ocurren durante el mismo período de tiempo y cada uno, independientemente, afecta a la fecha de terminación (H. Abdul-Rahman et al., 2006),(Reynolds & Revay, 2001).

Otra escuela de pensamiento considera que los atrasos sólo son simultáneos si sus efectos y/o causas ocurren al mismo tiempo. Por ejemplo, Bidgood et al. (2008) (Bidgood, Reed, & Taylor, 2007) definen los atrasos simultáneos de tal manera declarando: "los efectos son ' concurrentes ' cuando sus respectivas causas (ya sean simultáneas o secuenciales) operan o tienen sus efectos simultáneamente sobre un único elemento de trabajo o fase de ejecución del contrato (H. Abdul-Rahman et al., 2006),(Bidgood et al., 2007).

Una tercera perspectiva corresponde a aquellos análisis combinados Evento-Causa y efecto. Según esta caracterización para definir atrasos simultáneos, los investigadores argumentan que se puede considerar que la concurrencia de retardo se produce cuando se producen al mismo tiempo los eventos retardadores reales o la causa/efecto de los atrasos se está produciendo al mismo tiempo. Por ejemplo, Ponce de León (1987) define ampliamente los atrasos simultáneos ya sea como dos demoras no relacionadas que se producen en un marco de superposición de tiempo, mientras que ambos atrasos caen en rutas críticas paralelas, o dos atrasos no relacionados que ocurren en diferentes periodos de tiempo, mientras que ambos caen en dos caminos críticos como contruidos (H. Abdul-Rahman et al., 2006).

2.2 Clasificación de los retrasos en proyectos de construcción

Los atrasos en los proyectos de construcción pueden clasificarse según la responsabilidad por tres tipos principales: (1) compensable; (2) excusable; y (3) no excusable. A continuación, se describe brevemente las características de cada retraso y sus efectos sobre el propietario y el contratista (Kraiem & Diekmann, 1988).

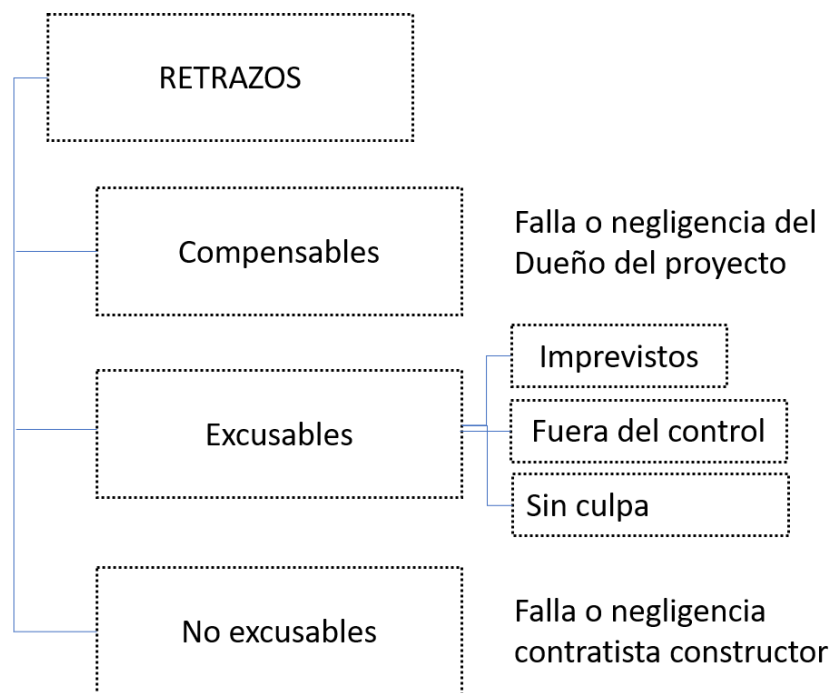


Figura 1 Clasificación de retrasos reportados en literatura

Un atraso se considera compensable al contratista cuando su causa está dentro del control de la falla o negligencia del dueño. Estos atrasos pueden ocurrir en diferentes situaciones. Pueden ser causados por la falta del dueño de proporcionar el sitio al contratista por una fecha convenida, diseño defectuoso, o dibujos y especificaciones incompletos. Hay muchas otras maneras en las cuales un contratista podría ser retrasado por el dueño, tal como cambios en alcance, la

suspensión del trabajo, las condiciones de sitio de trabajo, la entrega tardía de los materiales proveídos por el dueño, y la falta del dueño de revelar la información vital al contratista.

Para este tipo de atrasos, el contratista tiene derecho a una prórroga de tiempo y daños por costos adicionales asociados con el retraso. Sin embargo, el contratista debe demostrar que el retraso fue "irrazonable" y probar el alcance de los gastos adicionales involucrados (Majid & McCaffer, 1998).

La cuestión de la demora causada por el propietario es tan común en el lenguaje contractual como cláusulas de "no daños". Tales cláusulas intentan poner el riesgo entero para los daños del retardo sobre el contratista y para limitar al contratista a la extensión del tiempo. Estas cláusulas, que suelen estar bajo el epígrafe de exculpatoria, se aplican en algunas jurisdicciones (Kraiem & Diekmann, 1988).

Los atrasos de tipo excusables se producen cuando el contratista se retrasa por ocurrencias que no son atribuibles ni al contratista ni al propietario (Tumi & Omran, 2015). Tres elementos principales pueden representar los atrasos excusables (Kraiem & Diekmann, 1988),(Majid & McCaffer, 1998).

2.2.1 Eventos imprevistos. Las causas imprevisibles se refieren generalmente a acontecimientos futuros, no a causas existentes. Por el contrario, las condiciones de las que el contratista debería haber sido consciente no se consideran imprevisibles (Kraiem & Diekmann, 1988).

2.2.2 Eventos más allá del control del contratista. Estos son casos en los que el trabajo en el proyecto es imposible. Sweet (1977), discute el financiamiento transatlántico Corp. v. Estados

Unidos, en el cual la corte definió imposibilidad como, "una cosa es imposible en la contemplación legal cuando no es practicable; y una cosa es impracticable cuando sólo se puede hacer a un costo excesivo e irrazonable. Es razonable prever que este término más preciso, impracticable, llegará a ser universalmente aceptado (Kraiem & Diekmann, 1988).

2.2.3 Eventos sin culpa ni negligencia. Tales acontecimientos son aquellos en los que el contratista es inocente, como los actos de Dios y la escasez de mano de obra o material más allá de lo que se esperaba en el momento en que se hizo el contrato (Kraiem & Diekmann, 1988),(Majid & McCaffer, 1998),(Tumi & Omran, 2015).

En los atrasos de tipo no excusable las propias acciones y/o inacciones del contratista han causado el retraso. Pueden resultar de la avería del contratista, de sus subcontratistas, materiales de los trabajadores, o de los surtidores (Majid & McCaffer, 1998).

En este caso, el contratista no tiene derecho a ningún daño ni prórrogas de tiempo del propietario. De hecho, el propietario podría concebiblemente ser capaz de recuperar los daños por demora del contratista. El monto de la recuperación se determina generalmente a partir de las provisiones de daños liquidadas incluidas en el contrato (Kraiem & Diekmann, 1988).

2.3 Riesgos

En la literatura se encuentran múltiples definiciones de riesgo conforme al campo de aplicación específico. Para el desarrollo de la revisión se tomará la definición del Project Management Institute, que lo define de la siguiente manera: El riesgo de un proyecto es un evento o condición incierta que, de producirse, tiene un efecto positivo o negativo en uno o más de los objetivos del

proyecto, tales como el alcance, el cronograma, el costo y la calidad (Project Management Institute (PMI), 2013). De forma análoga, el riesgo es escrito por Birch y McEvoy como una combinación de amenaza y vulnerabilidad que ocurre cuando las dos condiciones se superponen. Una amenaza es algo que tiene un efecto adverso en las actividades de una organización. Una vulnerabilidad se caracteriza por un sistema físico que, al ser independiente de cualquier amenaza específica, permite explotar una amenaza (Akintoye & Macleod, 1997).

De lo anterior se infiere que el riesgo tiene asociados dos componentes principales: la probabilidad de ocurrencia de un factor o evento y el impacto que ocasiona al objetivo del proyecto la materialización de ese factor o evento.

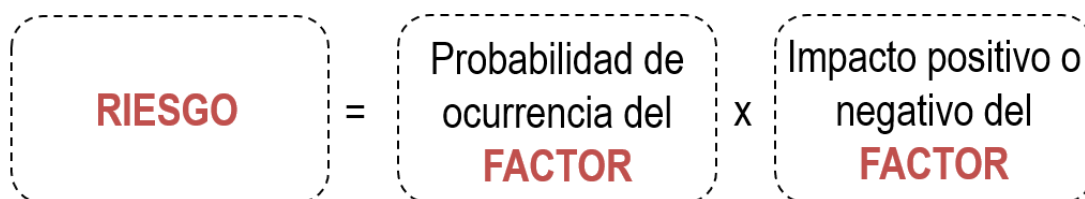


Figura 2. Relación definición de Riesgo Vs Factor

Una etapa importante de todo proyecto corresponde a la identificación de los riesgos que pueden afectar el desarrollo de los proyectos. La guía de los fundamentos para la dirección de proyectos (PMI, 2013), establece en su capítulo 11.2 Identificar los riesgos, cuáles son las herramientas y técnicas recomendadas para realizar esta actividad y dentro de las cuales se señala el análisis con lista de verificación como una herramienta basada en la información histórica y del conocimiento acumulado a partir de proyectos anteriores y otras fuentes. En este sentido, la revisión bibliográfica que se adelanta se constituye en una herramienta base para los formuladores de proyectos en el contexto colombiano.

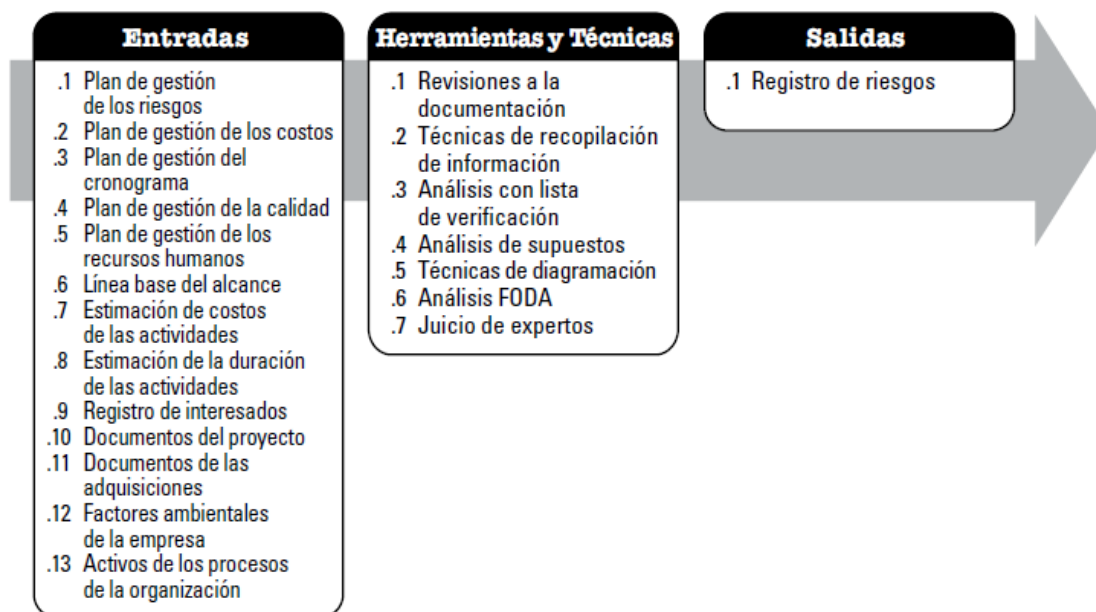


Figura 3. Identificación de los riesgos. Adaptado de Guía Fundamentos para la Dirección de Proyectos -PMBOK, 5ta edición, gráfico 11-5

2.4 Análisis de riesgos

La complejidad del proyecto con frecuencia se percibe como un factor incluido en dos aspectos principales del proyecto, incluida la dificultad del proyecto (la dificultad para lograr los objetivos del proyecto) y los riesgos del proyecto (incertidumbres) (Dao, Kermanshachi, Shane, Anderson, & Hare, 2016), en proyectos de construcción la complejidad del proyecto se puede definir en términos de su tamaño o especificaciones de diseño. Los proyectos de construcción con grado de complejidad usualmente tienen planes y cronogramas complejos. Esto debe hacerse con eficacia o podría llevar a cambiar las órdenes, lo que en última instancia podría llevar a un retraso en el proyecto (Durdyev, Omarov, & Ismail, 2017), por lo tanto, la dificultad del

proyecto está básicamente relacionada con la habilidad y la experiencia del equipo del proyecto. La tendencia hacia proyectos más grandes con mayor complejidad da como resultado mayores variaciones en el costo y en el cronograma (Adam, Josephson, & Lindahl, 2015). A continuación, se presenta los factores relacionados con la complejidad del proyecto.

- Complejidad del proyecto
- Complejidad del diseño del proyecto
- Área de construcción limitada
- Tamaño de los proyectos
- Complejidad de los trabajos-
- Problemas debido a existencia de estructuras
- Localización del proyecto

2.5 El manejo del riesgo en el caso colombiano

Consejo Nacional de Política Económica y Social- CONPES- de la república de Colombia, departamento nacional de planeación. Es un documento que establece una serie de alineamientos básicos de Política de Riesgo Contractual del Estado para proyectos de participación privada en infraestructura, de acuerdo con lo establecido en la sección II del decreto 423 de 2001. La normativa brinda los alineamientos para la estructuración de proyectos y la adecuada asignación de riesgos entre las partes en los contratos con base en información suficiente, son una herramienta metodológica que permitirá fortalecer los procesos de vinculación de capital privado en infraestructura (Colombia Compra Eficiente (CCE), 2019).

Colombia compra eficiente es una entidad descentralizada de la rama ejecutiva del orden nacional, con personería jurídica, patrimonio propio y autonomía administrativa y financiera, adscrita al departamento nacional de planeación (DNP) que es el rector del sistema de compra pública de Colombia (CCE, 2019). Se presenta este manual de administración de riesgos para el proceso de contratación dirigido a los participantes del sistema de compras y contratación pública (CCE, 2013).

3. Metodología

Se utilizó como fuente de investigación algunas de las bases de datos de las que dispone de la Universidad Industrial de Santander tales como ScenceDirect, Scopus, Springer, EmeraldInsight, ASCE y Google Académico, lo que arrojó una preselección de 121 artículos académicos, de los cuales, se preseleccionaron 83 artículos, que alimentan una base de datos creada para el desarrollo de la investigación.

A partir de la revisión bibliográfica se encontró que la presentación de resultados de los factores de retraso en los proyectos de construcción se presentan bajo diferentes enfoques y se jerarquizan a partir de tres metodologías diferentes, por lo que se propuso, para efectos de la clasificación bajo un solo criterio, clasificar los factores a partir de los criterios descritos en el documento Manual para la Identificación y Cobertura del Riesgo en los Procesos de Contratación (CCE, 2013), que sigue los lineamientos del documento Conpes 3714 de 2011 (CCE, 2019).

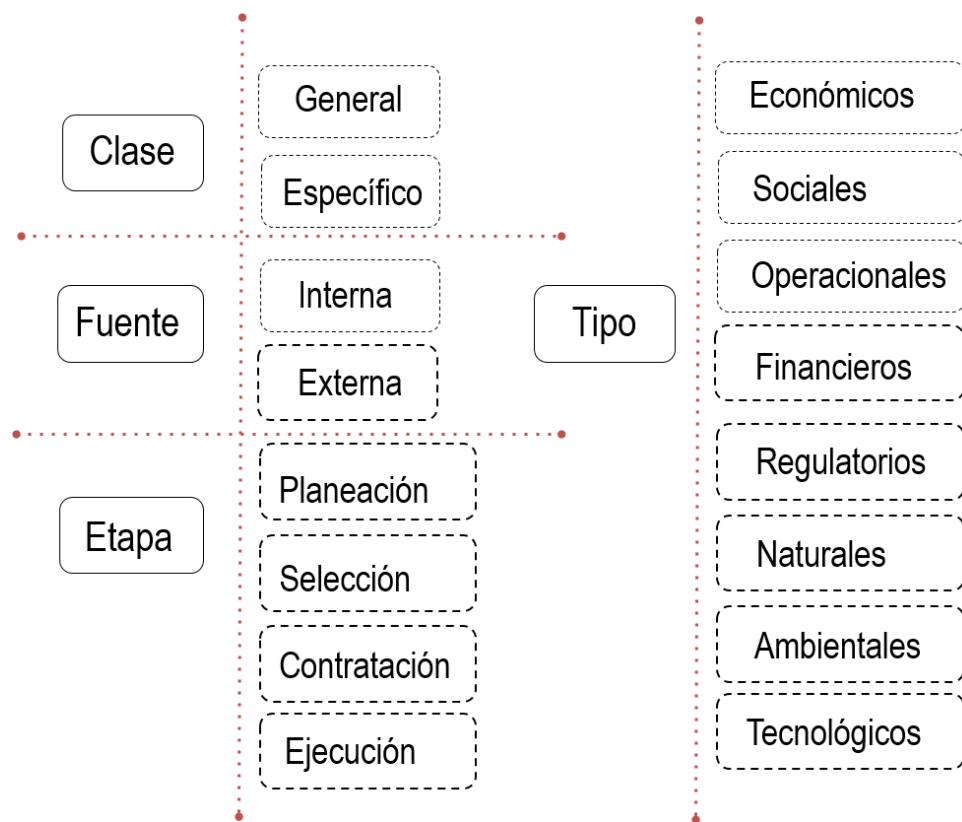


Figura 4. Clasificación de riesgos conforme al documento Conpes 3714

Para efectos de clasificar adecuadamente los factores de retrasos, se hace necesario establecer que en la literatura se describen los factores de retrasos de carácter específico, de fuente externa, durante la etapa de ejecución.

Para la selección de los principales parámetros se parte de la organización propia de cada artículo de referencia y a partir del orden de importancia definido en cada uno se preseleccionan los primeros cinco factores que posteriormente se agrupan conforme a los tipos de riesgo definidos previamente. De manera adicional, en vista de la recurrencia, se incluyen en la clasificación presenta los riesgos compensables, o debido a fallas o negligencia del dueño del proyecto, y los riesgos no excusables, es decir, aquellos ocurridos por negligencia del propio contratista o constructor.



Figura 5. Clasificación de los tipos de riesgos

3.1 Riesgos imputables al contratista

Los riesgos imputables al contratista son también conocidos como retrasos **no excusables**. Una demora no excusable es causada por el contratista o sus proveedores sin que sea culpa del contratante (Hamzah, Khoiry, Arshad, Tawil, & Che Ani, 2011), en tal caso, el contratista no recibe ninguna compensación y está obligado a acelerar el progreso del trabajo o realizar compensaciones con el contratante (Gardezi, Manarvi, & Gardezi, 2014). Estas compensaciones pueden provenir de **riesgos previsibles** o **riesgos no previsibles**. Estos retrasos pueden ser el resultado de subestimaciones de la productividad, planificación y programación inadecuadas del

proyecto, administración y supervisión deficientes del sitio, métodos de construcción erróneos, fallas en los equipos o subcontratistas o proveedores poco confiables (Ibironke, Oladinrin, Adeniyi, & Eboreime, 2013). Por lo tanto, los retrasos no excusables generalmente no generan dinero adicional y no se otorga tiempo adicional al contratista (Hamzah et al., 2011).

3.2 Riesgos imputables al contratante

Son causados por el contratante, propietario o agentes del propietario (Tumi & Omran, 2015). Un ejemplo de esto sería la entrega tardía de dibujos del arquitecto del propietario (Ibironke et al., 2013). Este tipo de retrasos también son conocidos como retrasos compensables.

3.3 No compensables

Los retrasos no compensables son causados por terceros o incidentes fuera del control del contratante o del contratista y no son atribuibles a ninguna de las partes (Ibironke et al., 2013), (Hamzah et al., 2011).

4. Discusión

Se revisaron un total de 110 artículos publicados desde el año de 1987, de los cuales 74 presentan información relacionada con categorización y jerarquización de factores de retrasos con base en metodologías de tipo cuantitativo, y 6 corresponden a artículos de revisión bibliográfica.

Es importante señalar que existen diferentes enfoques para el análisis de factores de retrasos, lo que se refleja en la categorización presentada por algunos artículos. En primer lugar, se clasifican por las partes interesadas en el proyecto, siendo los principales contratante y contratista, siendo el contratista el empresario calificado para contratar con la administración pública o entidades del sector privado, a cambio de un precio, se compromete a realizar una obra o prestar un servicio (Real Academia Española, 2019); y el contratante el dueño de un proyecto (también conocido como empresario o cliente) que se involucra en un acuerdo con un constructor o comerciante y obtiene determinados productos y/o servicios según las condiciones del acuerdo (Diccionario de Leyes, 2019). Aunque se han incluido interesados adicionales como trabajadores, proveedores, estado etc.

Otro aspecto general que puede influir en la categorización de los factores de atrasos de los proyectos, y que no se analiza en el presente trabajo corresponde al sector que encabeza el proyecto, en los que se pueden identificar el sector público, sector privado y de cooperación entre ambos. Sólo un 73% de los estudios analizados reportan el tipo de proyecto, sin embargo, de esta fracción de los estudios se tiene que el 22% corresponde a estudios adelantados en proyectos de carácter netamente privado, un 23% en proyectos de carácter público y un 55% de los estudios se adelantaron en proyectos públicos y privados simultáneamente.

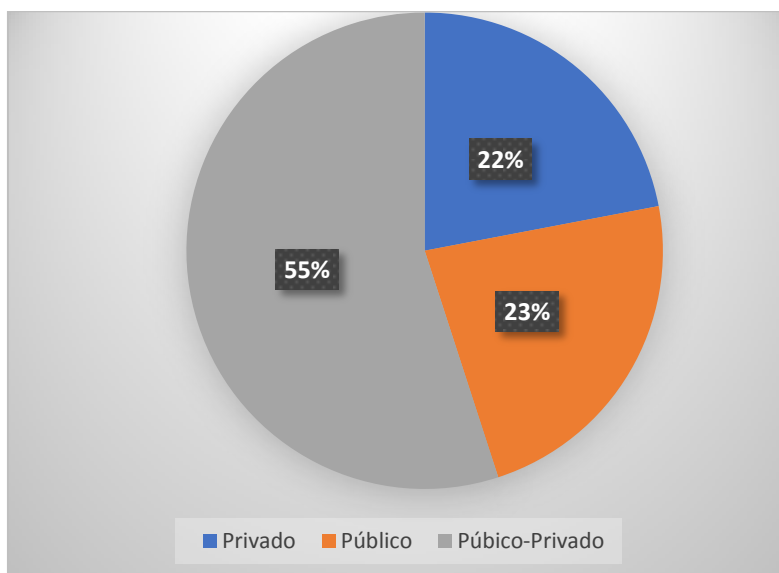


Figura 6. Sector de estudios analizados

4.1 Publicación de estudios en el tiempo

Realizando una búsqueda preliminar de documentos relacionados con los factores de atrasos en proyectos de construcción desde el año 1987 hasta el presente año (ver figura 1.), se ha observado un creciente interés en los factores de atrasos en proyectos de construcción por parte de los investigadores alrededor del mundo.

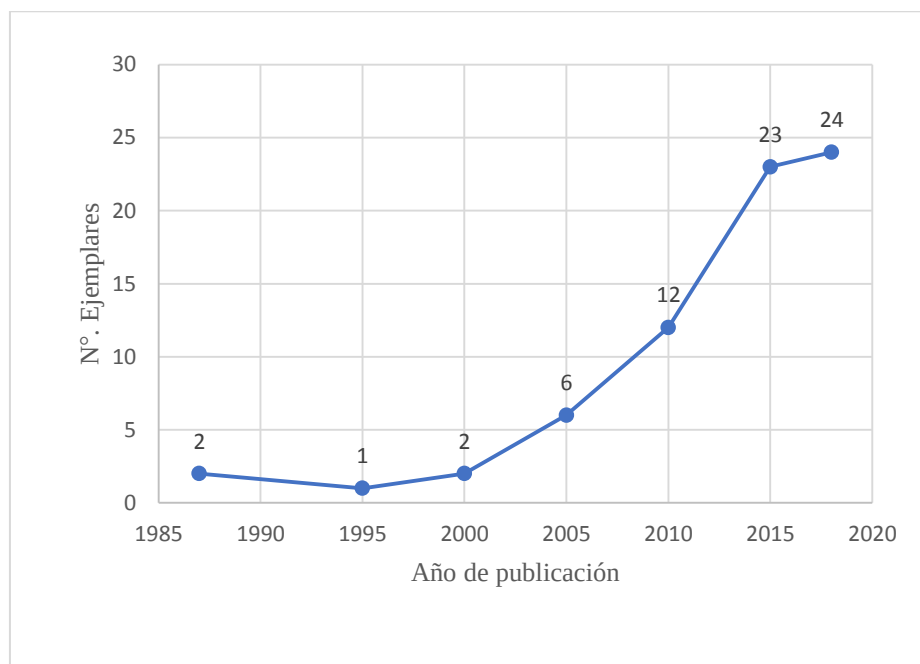


Figura 7. Numero de artículos entre 1987-2018

4.2 Distribución espacial de los estudios

Es importante referenciar la ubicación geográfica de los estudios, dado que factores de tipo ambiental y sociales o políticos son influenciados por este aspecto. En el presente artículo no se tuvo en cuenta para la clasificación esta variable sin embargo se registra en la base de datos la ubicación geográfica de los proyectos estudiados.

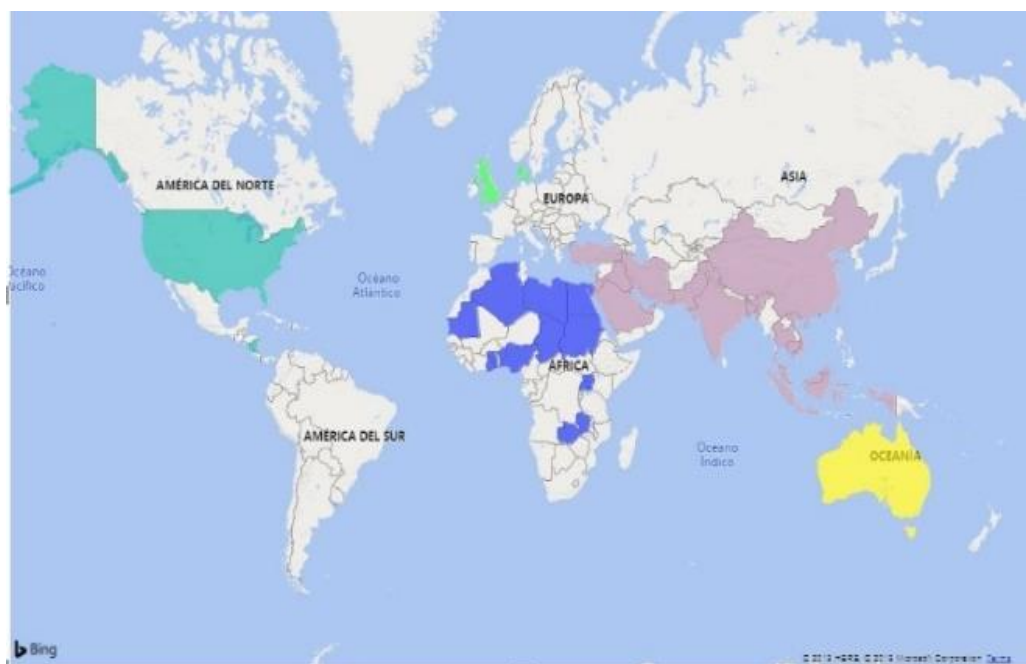


Figura 8. Distribución espacial de los estudios

4.3 Métodos de indexación de factores de retraso

En esta sección se identificaron causas de atrasos en los proyectos de construcción y mediante herramientas estadísticas se determinó el índice de importancia, ocurrencia, etc. Dados estos índices se realizó un ranking de todas las causas en el que se podría identificar cuáles son las causas con más puntajes según los índices.

Se han identificado gran cantidad de causas de atrasos en los proyectos de construcción y muchos investigadores han propuesto categorías o grupos en los cuales se identifican según la naturaleza de causa de retraso (Tafazzoli & Shrestha, 2017). Se ha realizado un análisis de estos grupos y se ha obtenido un ranking de importancia por categorías (Ajayvikas & Rathinakumar, 2017).

En muchos casos de estudio se clasificaron las causas de retrasos en grupos claves según identificados en las encuestas realizadas y se realizó el ranking de cada grupo según el índice de ocurrencia que haya tenido cada parte interesada en los proyectos de construcción. Estas partes interesadas podrían ser por ejemplo clientes, consultores, contratistas, etc.

Muchos investigadores realizaron estudios mediante encuestas para identificar las principales causas de retraso en proyectos de construcción en sus respectivos países de investigación. Algunos investigadores tomaron estos resultados para realizar diferentes tipos de investigaciones llevando a cabo diferentes objetivos relacionados con las causas de retraso en los proyectos de construcción.

4.4 Análisis Estadístico

Los análisis estadísticos que fueron utilizados por los diferentes investigadores en sus datos recolectados fueron analizados mediante una estadística descriptiva y análisis de confiabilidad ejecutados mayoritariamente con software como IBM SPSS (Yang, Yang, & Kao, 2010). En algunos casos de estudios utilizaban la media de cada variable como el puntaje promedio de las respuestas de los encuestados (Kim, Tuan, & Luu, 2016), en otros casos tomaron el puntaje promedio respectivo de los datos informados por todos los encuestados (G. Sweis, Sweis, Abu Hammad, & Shboul, 2008).

4.5 Índice de frecuencia

Se han realizado estudios con el propósito de identificar la frecuencia de ocurrencia en las causas de retrasos, los cuales son muy frecuentes en la implementación de proyectos de construcción (Alkass, Mazerolle, & Harris, 1996). Además, algunos documentos, clasificaron las causas de retrasos según la media del índice de frecuencia (Mahamid, 2017). La fórmula usada para ranking de las causas de retrasos fue la siguiente (Megha & Rajiv, 2250).

$$\text{Indice Frecuencia (F.I)} = \frac{\sum a (n/N)}{5} \quad (1)$$

Donde, a: es la ponderación de expresión constante dada a cada respuesta (desde 1 para rara vez hasta 5 para siempre), n: la frecuencia de las respuestas. N: el número total de respuestas.

4.6 Índice de severidad

El procedimiento utilizado para analizar los resultados tenía como objetivo establecer la importancia relativa de los diversos factores responsables de los retrasos. Los encuestados llamaron índice de gravedad a cada variable del cuestionario (Mansfield, Ugwu, & Doran, 1994).

4.7 Índice de importancia

En algunos casos de estudio se realizó una encuesta mediante cuestionario para confirmar cuantitativamente la lista de causas obtenidas de las entrevistas e identificar las causas más importantes de retrasos (Abd El-Razek, Bassioni, & Mobarak, 2008). En otros casos los datos recolectados fueron analizados mediante un índice de importancia, la cual se calculó mediante la siguiente formula:

$$I = \sum_{i=1}^5 a_i x_i \dots \quad (2)$$

Donde, I= índice de importancia, $a_i = 0,1,2,3,4$ para $i = 0,1,2,3,4$, respectivamente; x_i =frecuencia de la respuesta dada como un porcentaje del total de respuestas para cada causa; i = índice de categoría de cada respuesta (Enshassi, Al-Najjar, & Kumaraswamy, 2009).

4.8 Índices de frecuencia, severidad e importancia

Muchas investigaciones han empleado encuestas de cuestionario para identificar las causas de retrasos (Marzouk & El-Rasas, 2014a), y a estas causas se les ha calculado los índices de frecuencia, severidad e importancia y, de acuerdo con los valores más altos, se determinan las principales causas de retrasos en los proyectos de construcción (Le-Hoai, Lee, & Lee, 2008).

4.9 Puntuación media

En diferentes estudios se realizaron análisis estadísticos que fueron usados para determinar los responsables de los principales grupos de factores de retraso. La normalidad se usa para describir una curva simétrica, en forma de campana, que tiene la mayor frecuencia de puntajes en el medio, con frecuencias más pequeñas hacia los extremos (Shehu, Endut, & Akintoye, 2014). Mediante la adopción de rangos para identificar el nivel de importancia de las causas de retrasos, por ejemplo (1 (no importante) a 5 (extremadamente importante)) se calculó la puntuación media de la siguiente manera:

$$MS = \frac{\sum WiXi}{\sum Xi} \quad (3)$$

Donde, Wi = el peso asignado para la importancia =1,2,3,4,5; Xi = la frecuencia de las respuestas dadas como un porcentaje de un total de respuestas para cada factor (Ibironke et al., 2013).

4.10 Peso (ponderación) de importancia relativo

El peso de importancia relativa se calcula a cada uno de los indicadores de importancia de factores responsables de retrasos en los proyectos de construcción, tomados de una revisión literaria o cuestionarios realizados a partes interesadas (Frimpong & Oluwoye, 2003). El peso relativo fue calculado usando la siguiente ecuación:

$$Relative\ Importance\ Weigth\ (RIW) = \frac{\sum a_i \cdot n_i}{\sum x_j} * 100 \quad (4)$$

Donde; a_i = constante expresando del peso dado a la respuesta i ; n_i = variable expresando la frecuencia de la respuesta i ; x_i = la suma del factor j ; j = los factores 1,2,3, 4, ..., N; N= número total de factores (Frimpong, Oluwoye, & Crawford, 2003).

4.11 Índice de importancia relativa

Diferentes estudios analizan el nivel de impacto de las causas del retraso en los proyectos de construcción, es por esto que se elige un Índice de importancia relativa (RII) como un método analítico apropiado. Analiza las calificaciones recibidas a través de los cuestionarios y establece un punto de calificación promedio, que representa la calificación para cada grupo de participantes tomando un rango entre 0 a 1 (Durdyev et al., 2017).

$$RII = \frac{\sum_{i=1}^5 w_i x_i}{A * N} \quad (5)$$

Donde; w = ponderación dada para cada factor en rangos desde 1 a 5; x = frecuencia de las respuestas dada para factor; A = mayor ponderación; N = Número total de datos (Memon, Rahman, Akram, & Ali, 2014).

4.12 Media de ponderación

Las respuestas proporcionadas en diferentes estudios fueron analizadas usando media de ponderación. Este índice se computa como:

$$\text{Average Index} = \frac{\sum a_i x_i}{\sum N} \quad (6)$$

Donde; a_i = expresión de la constante del ponderado dado para i ; x_i = variable que expresa la frecuencia de las respuestas para i 1, 2, 3, 4, 5; N = número de encuestados.

Con respecto a la frecuencia de uso de cada una de las metodologías se encuentra que los métodos de índice de importancia relativa (II), índices y frecuencia, severidad e importancia (FI, SI, II) y los métodos estadísticos priman, con un porcentaje superior al 66% del total de los estudios.

Tabla 1.

Frecuencia relativa por tipo de riesgo

Id	Método de Ranking	Frecuencia (referencias)	% General
1	Índice de Importancia Relativa (RII)	28	37,84%
2	Índices Frecuencia, Severidad e Importancia (FSI)	11	14,86%
3	Análisis Estadístico	10	13,51%
4	Índice de Importancia (II)	9	12,16%

Id	Método de Ranking	Frecuencia (referencias)	% General
5	Índice de Frecuencia (FI)	5	6,76%
6	Puntaje Promedio (MS)	5	6,76%
7	Peso Promedio (AW)	3	4,05%
8	Peso de importancia relativa (RIW)	2	2,70%
9	Índice de Severidad (SI)	1	1,35%

4.13 Tabla resumen de datos

Los factores de atrasos encontrados en la literatura están clasificados según lo propuesto por el documento CONPES, en donde se identificó el índice de frecuencia respecto a cada factor proveniente cada artículo revisado, en la tabla 2 se muestra la agrupación de los factores según las categorías de riesgo.

Tabla 2.

Frecuencia relativa por tipo de riesgo

Id	Categoría de Riesgos	Frecuencia (referencias)	% General
1	Económicos	83	2,81%
2	Sociales	180	6,09%
3	Operacionales	587	19,84%
4	Financieros	192	6,49%
5	Regulatorios	60	2,03%

Id	Categoría de Riesgos	Frecuencia	%
		(referencias)	General
6	Naturaleza	181	6,12%
7	Ambientales	106	3,58%
8	Tecnológicos	303	10,24%
9	No excusables	669	22,62%
10	Compensables	551	18,63%
11	Complejos	46	1,56%

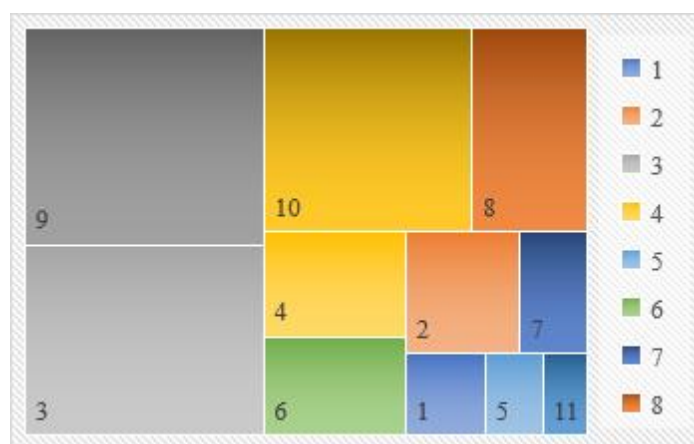


Figura 9. Frecuencia relativa por tipo de riesgo

En la tabla 3 se encuentran las categorías de los factores relacionados con aspectos económicos que envuelven los proyectos de construcción. Los riesgos económicos incluyen todos los relacionados con: Cambio en el precio de los materiales o elevación de precios; fluctuación del tipo de cambio (precio); condiciones de mercadeo (disponibilidad de recursos); crisis financiera mundial; fluctuación del tipo de cambio (precio) / económico; dificultad en la obtención de materiales a precios oficiales actuales; etc.

Tabla 3.

Factores de tipo económico

Categoría de Factores	Frecuencia (referencias)	%
Materiales	41	49,40%
Inflación	8	9,64%
Condiciones de mercadeo	3	3,61%
Intereses	14	16,87%
Tasa de cambio	8	9,64%
Crédito	1	1,20%
Flujo de caja	2	2,41%
Crisis global	6	7,23%

Se identifican los factores relacionados con aspectos sociales y políticos que envuelven los proyectos de construcción. Los riesgos sociales o políticos incluyen todos los relacionados con: Cambios en las regulaciones y leyes gubernamentales; pérdida de tiempo por control de tráfico y restricción en el lugar de trabajo; problemas con los vecinos; efectos de factores sociales y culturales; fuerza mayor como guerra, revolución, disturbios, huelgas, terremotos; dificultad en la obtención de visas o nacionalidad de la mano de obra; etc. En la tabla 4 se identifican las categorías de los factores relacionados con los riesgos de tipo social o político.

Tabla 4.

Factores de tipo social o político

Categoría de Factores	Frecuencia (referencias)	%
Gobierno y políticas gubernamentales	53	29,44%
Burocracia	9	5,00%
Transporte y ubicación	23	12,78%
Factores Culturales	24	13,33%
Orden Publico	45	25,00%
Factores Políticos	11	6,11%
Talento Humano	6	3,33%
Orden social	8	4,44%
Planeación	1	0,56%

Agrupar los factores relacionados con procesos operacionales en los proyectos de construcción. Los riesgos operacionales incluyen todos los relacionados con: Errores y discrepancias en el documento del contrato; bajo nivel de productividad de trabajos; escasez de trabajos; escasez de personal, mano de obra, trabajadores; detalles poco claros e inadecuados en los dibujos; cambios de diseño durante la construcción (órdenes de cambio). En la tabla 5 se muestran las categorías de los factores de tipo operacional.

Tabla 5.

Factores de tipo operacional

Categoría de Factores	Frecuencia (referencias)	%
Documentación y diseño	183	31,18%
Equipos humanos	160	27,26%
Extensión de plazo	104	17,72%
Documentación del proyecto	55	9,37%
Costo incorrecto	28	4,77%
Supervisión personal y de contratos	27	4,60%
Manejo de personal	12	2,04%
Personal ejecutivo	11	1,87%
Del proyecto	4	0,68%
Seguridad en el sitio	3	0,51%

En la literatura se identificaron las categorías de los factores de tipo financiero que envuelven los proyectos de construcción (ver tabla 6). Se agrupan los factores relacionados con la financiación y costos del proyecto de construcción asumidos por el propietario, contratistas y entidades gubernamentales, los aspectos relacionados son: Retrasar los pagos en curso por parte de los propietarios; la falta de incentivos financieros para que el contratista termine antes de lo previsto; dificultades financieras del contratista; dificultades financieras del propietario; inadecuada asignación de fondos; etc.

Tabla 6.

Factores de tipo financiero

Categoría de Factores	Frecuencia (referencias)	%
Dificultad financiera por parte del dueño	70	36,46%
Dificultad financiera por parte del contratista	46	23,96%
Dificultades financieras del proyecto	55	28,65%
Incentivos en el contrato	9	4,69%
Negociaciones	5	2,60%
Asuntos con entidades financieras	7	3,65%

En la tabla 7 se identifican las categorías de los factores de tipo regulatorio reportados en la literatura. Se identifican los factores relacionados con aspectos regulatorios y comparados con el documento conpes. Los riesgos regulatorios incluyen todos los relacionados con: Escasez de materiales de construcción (disponibilidad); tarde en la revisión y aprobación de documentos de diseño por consultor; malentendido de los requisitos del propietario por parte del ingeniero de diseño; penalizaciones por retraso ineficaces; cambios en dibujos y especificaciones.

*Tabla 7.**Factores de tipo regulatorio*

Categoría de Factores	Frecuencia (referencias)	%
Normativa	12	20,00%
Problemas bancarios	13	21,67%
Tipo Proyecto	14	23,33%
Materiales	21	35,00%

Se encuentran los factores relacionados con eventos ambientales (clima, desastres naturales, etc.) que afectan el desarrollo de la fase de construcción de los proyectos, dichos factores se caracterizan por estar ligados a una alta incertidumbre, debido a la dificultad de pronóstico de fenómenos ambientales que pueden afectar de manera significativa el desarrollo de los proyectos. Los principales factores son: Condiciones del terreno imprevistas; desastres naturales (terremotos, inundaciones, etc.); recopilación de datos y encuestas insuficientes antes del diseño; condiciones climáticas adversas; malas condiciones climáticas. En la tabla 8 se identifican las categorías de los factores relacionados con los riesgos de tipos de la naturaleza.

*Tabla 8.**Factores de la naturaleza*

Categoría de Factores	Frecuencia (referencias)	%
Condiciones del terreno	63	34,81%
Desastres naturales	22	12,15%
Condiciones climáticas	65	35,91%
Investigación del terreno	31	17,13%

Se refiere a las obligaciones que emanan de las licencias ambientales, de los planes de manejo ambiental, de las condiciones ambientales o ecológicas exigidas y de la evolución de las tasas retributivas. Los riesgos ambientales incluyen todos los relacionados con: Obtención de permisos/ aprobación del municipio/ diferentes autoridades gubernamentales; retraso para proporcionar y entregar el sitio al contratista por el propietario; disputas legales entre varias partes; retraso en la realización de la inspección final y la certificación por un tercero; acceso restringido al sitio; etc. En la tabla 9 se identifican las principales categorías de factores de tipo ambiental.

Tabla 9.

Factores de tipo ambiental

Categoría de Factores	Frecuencia	
	(referencias)	%
Obtención de permisos	69	65,09%
Disputas legales	14	13,21%
Restricciones al proyecto	14	13,21%
Inspección	9	8,49%

Para los riesgos de tipos tecnológicos se identificaron los principales factores. Comparados con el documento CONPES se anexan los siguientes factores: escasez de equipos, maquinaria y herramientas; mala o inadecuada planificación y programación del proyecto; entrega lenta (movilización) de equipos; falta de disponibilidad de servicios públicos en el sitio o retraso en el suministro de servicios públicos tales como (agua, etc.); disponibilidad y falla del equipo; etc. La tabla 10 representa las categorías de los factores de tipo tecnológico.

Tabla 10.

Factores de tipo tecnológico

Categoría de Factores	Frecuencia (referencias)	%
Maquinaria y equipos	169	55,78%
Servicios públicos	31	10,23%
Diseños y especificaciones	70	23,10%
Software de diseño	7	2,31%
Planificación	26	8,58%

Para los riesgos de tipo no excusable se identificaron los principales factores. Experiencia inadecuada del contratista; retraso en la entrega del material; mala gestión y supervisión del sitio; accidentes o errores durante la construcción; demora en la aprobación de los dibujos y muestras de la tienda; etc. Los factores de este tipo de riesgo fueron categorizados los cuales se presentan en la tabla 11.

Tabla 11.

Factores de tipo no excusables

Categoría de Factores	Frecuencia	%
Experiencia y control del grupo del contratista	239	35,72%
Provenientes del material	167	24,96%
Gestión y supervisión	153	22,87%
Comunicación y coordinación	65	9,72%

Categoría de Factores	Frecuencia	%
Métodos constructivos	23	3,44%
Dificultades financieras	18	2,69%
Contrato	4	0,60%

4.14 Análisis factor de tipo operacional

Tal como se señala en la Tabla 1, los factores de tipo operacional, con un 19.84% del total de las menciones son el que más incide sobre los retrasos de un proyecto. De este grupo de factores se encuentra que los cinco primeros factores, organizados por el número de veces que han sido reportados en los diferentes trabajos de investigación son:

1. Errores y discrepancias en los documentos del contrato
2. Bajo nivel de productividad de las labores
3. Escasez de mano de obra y personal
4. Detalles poco claros e inadecuados en los dibujos
5. Errores de diseño cometidos por diseñadores

Con el fin de evaluar en una pequeña muestra si existe correspondencia entre la frecuencia de uso del método de ranking en los estudios y para una muestra de factores organizada por número de citas en los artículos se analizó la información de la siguiente manera.

Tabla 12.

Factores asociados a la complejidad del proyecto

Análisis de factores top 5, Riesgos Operacionales							
	Factores					Σ frecuencias	$\% \Sigma$
	1	2	3	4	5		
RII	12	13	10	7	6	48	50,00%
FSI	3	4	2	2	2	13	13,54%
AE	3	0	1	1	0	5	5,21%
II	1	3	5	2	3	14	14,58%
FI	3	0	1	1	0	5	5,21%
MS	2	3	1	1	0	7	7,29%
WA	1	0	1	0	0	2	2,08%
RIW	0	0	0	1	0	1	1,04%
SI	0	1	0	0	0	1	1,04%

Se observa que los principales métodos de ranking corresponden con los reportados en la Tabla 1 por lo que se puede sugerir que con el fin de analizar un amplio grupo de factores bajo el mismo método de ranking se puede utilizar el método Índice de Importancia Relativa seguido del método de Frecuencia, Severidad e Importancia.

4.15 Escala cualitativa para la valoración del impacto de factores de retrasos

No es posible de manera directa, a partir del análisis de los artículos establecer una valoración cualitativa del impacto, toda vez que los factores reportados en la literatura se expresan en

términos cuantitativos de probabilidad de ocurrencia, impacto o sus combinaciones sin ofrecer mayor detalle descriptivo de los factores.

No obstante, se encuentran dos referencias para valoración cualitativa, en primer lugar, la guía de los fundamentos para la dirección de proyectos presenta una tabla de definición de impacto para los diferentes objetivos del proyecto tanto en términos cuantitativos, en función del tiempo estimado del proyecto, y en términos cualitativos del impacto, como se muestra en la Figura 10.

Condiciones Definidas para las Escalas de Impacto de un Riesgo sobre los Principales Objetivos del Proyecto (Sólo se muestran ejemplos para impactos negativos)					
Objetivo del Proyecto	Se muestran escalas relativas o numéricas				
	Muy bajo /0,05	Bajo /0,10	Moderado /0,20	Alto /0,40	Muy alto /0,80
Costo	Aumento del costo insignificante	Aumento del costo < 10%	Aumento del costo del 10 - 20%	Aumento del costo del 20 - 40%	Aumento del costo > 40%
Tiempo	Aumento del tiempo insignificante	Aumento del tiempo < 5%	Aumento del tiempo del 5 - 10%	Aumento del tiempo del 10 - 20%	Aumento del tiempo > 20%
Alcance	Disminución del alcance apenas perceptible	Áreas secundarias del alcance afectadas	Áreas principales del alcance afectadas	Reducción del alcance inaceptable para el patrocinador	El elemento final del proyecto es efectivamente inservible
Calidad	Degradación de la calidad apenas perceptible	Sólo se ven afectadas las aplicaciones muy exigentes	La reducción de la calidad requiere la aprobación del patrocinador	Reducción de la calidad inaceptable para el patrocinador	El elemento final del proyecto es efectivamente inservible
Esta tabla muestra ejemplos de definiciones del impacto de los riesgos para cuatro objetivos diferentes del proyecto. Deben adaptarse al proyecto individual y a los umbrales de riesgo de la organización durante el proceso de Planificación de la Gestión de los Riesgos. De forma similar, pueden desarrollarse definiciones del impacto para las oportunidades.					

Figura 10. Definición de escalas de impacto para cuatro objetivos del proyecto. Adoptado de Guía Fundamentos para la Dirección de Proyectos PMBOK, 5ta edición, Tabla 11-1

Por otra parte, el manual para la identificación y cobertura del riesgo en los procesos de contratación [18] presenta sugerencia para la valoración del impacto, sin embargo, la descripción

cuantitativa es valorada sólo en función del Presupuesto Oficial del proyecto (PO) y no al tiempo estimado de ejecución.

Tabla 3 - Impacto de Riesgo

Impacto						
Calificación Cualitativa		Obstruye la ejecución del contrato de manera intrascendente.	Dificulta la ejecución del contrato de manera baja. Aplicando medidas mínimas se puede lograr el objeto contractual.	Afecta la ejecución del contrato sin alterar el beneficio para las partes.	Obstruye la ejecución del contrato sustancialmente pero aun así permite la consecución del objeto contractual.	Perturba la ejecución del contrato de manera grave imposibilitando la consecución del objeto contractual.
Calificación Monetaria		Los sobrecostos no representan más del uno por ciento (1%) del valor del contrato.	Los sobrecostos no representan más del cinco por ciento (5%) del valor del contrato.	Genera un impacto sobre el valor del contrato entre el cinco (5%) y el quince por ciento (15%).	Incrementa el valor del contrato entre el quince (15%) y el treinta por ciento (30%).	Impacto sobre el valor del contrato en más del treinta por ciento (30%).
Categoría	Valoración	Insignificante	Menor	Moderado	Mayor	Catastrófico
		1	2	3	4	5

Figura 11. Impacto de Riesgo. Adoptado de Manual M-ICR-01, Colombia Compra Eficiente

Se puede establecer un paralelo entre ambas metodologías, de la que se puede sintetizar una metodología de valoración de impacto para los factores de retraso única. Se debe señalar en este punto, que en cuanto al documento M-ICR-0 al no ofrecer una valoración de riesgos en términos de tiempos de ejecución puede incidir en que a nivel de país no se valore adecuadamente este tipo de riesgos en los proyectos de construcción de infraestructura.

A partir de la combinación de la propuesta de valoración de impacto para factores de retrasos propuesta por el Project Management Institute y Colombia Compra Eficiente, se puede sintetizar una propuesta de valoración de impactos.

La Figura 12 presenta la propuesta de valoración del impacto de los factores de retrasos en proyectos de infraestructura.

Cuantitativa	Cualitativa	Valoración
Aumento insignificante	Obstrucción intrascendente	1
Aumento <5% del tiempo	Dificultades bajas	2
Aumento entre 5-10% del tiempo	No altera beneficio de las partes	3
Aumento entre 10-20% del tiempo	Obstrucción sustancial – Termina ejecutar	4
Aumento >20% del tiempo	Perturbación grave – No permite ejecutar	5

Figura 12. Propuesta de valoración de impacto en factores de retraso

En la propuesta, la columna denominada ‘Valoración’ se incluye con el fin de asignar numéricamente el valor del impacto de los retrasos en los términos equivalentes a los utilizados en función del Presupuesto Oficial del proyecto (PO).

5. Conclusiones

Este documento se realizó para clasificar los factores que conducen a retrasos en los proyectos de construcción tomando una categorización en relación con los riesgos propuestos por el documento CONPES. Después de una cuidadosa revisión de la literatura, se identificaron un gran número de factores que causan atrasos en los proyectos de construcción.

La categoría de riesgos no excusables, aunque no se encuentren dentro de los riesgos propuestos por el documento CONPES, es una categoría que no se puede ignorar, dado que la categoría de riesgos no excusables presenta el mayor índice de frecuencia (22.66%) con respecto a las demás categorías de riesgos.

La categoría de la experiencia y control por parte del grupo del contratista presenta el mayor número de factores repetidos en los diferentes trabajos realizados, con un total de 239 factores.

A partir del análisis realizado a la muestra de datos del riesgo operacional se concluyó que el método de ranking con más frecuencia de uso para el análisis de datos es el índice de importancia relativa (RII) con un 50% en este tipo de riesgo (tabla 13), el cual tiene una similitud con los datos obtenidos del análisis de la muestra total de artículos utilizados en el estudio, en donde el índice de importancia relativa tiene un 37.84% de frecuencia y es el principal de los análisis utilizado por los investigadores. Para futuros estudios, un criterio de unificación de factores y su impacto puede tener como línea base el método de ranking utilizado en los estudios.

Ciertos factores de retrasos y su valoración pueden estar influenciados por la situación geográfica de los proyectos analizados, tal es el caso de los factores de retraso de tipo ambiental y sociopolítico por lo que los resultados obtenidos deben analizarse de manera especial.

A pesar de no encontrarse de manera directa en los estudios, se debe analizar como factor de retraso la duración total del proyecto, lo anterior si se tiene en cuenta que los factores económicos y financieros alcanzan un porcentaje representativo de la frecuencia relativa por tipo de riesgo (Tabla 2) y los factores específicos reportados en la literatura se asocian a la dificultad de mantener los precios base de los materiales a lo largo del proyecto.

Referencias Bibliográficas

- Abd El-Razek, M. E., Bassioni, H. A., & Mobarak, A. M. (2008). Causes of Delay in Building Construction Projects in Egypt. *Journal of Construction Engineering and Management*, 134(11), 831–841. [https://doi.org/10.1061/\(asce\)0733-9364\(2008\)134:11\(831\)](https://doi.org/10.1061/(asce)0733-9364(2008)134:11(831))
- Adam, A., Josephson, P., & Lindahl, G. (2015). Proceedings of the 19th International Symposium on Advancement of Construction Management and Real Estate. In *Proceedings of the 19th International Symposium on Advancement of Construction Management and Real Estate* (pp. 747–758). Berlin. <https://doi.org/10.1007/978-3-662-46994-1>
- Ajayvikas, V., & Rathinakumar, V. (2017). Influence of critical delay factors (CDF) in construction projects. *International Journal of Civil Engineering and Technology*, 8(5), 1034–1043. Retrieved from <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85020136046&partnerID=40&md5=50bc1a812513297b8b98d8112ce624c4>
- Akintoye, A. S., & Macleod, M. J. (1997). Risk analysis and management in construction, 15(1), 31–38.
- Alkass, S., Mazerolle, M., & Harris, F. (1996). Construction delay analysis techniques. *Construction Management and Economics*, 14(5), 375–394. <https://doi.org/10.1080/014461996373250>
- Asiedu, R. O., & Alfen, H. W. (2016). Understanding the underlying reasons behind time overruns of government building projects in Ghana. *KSCE Journal of Civil Engineering*, 20(6), 2103–2111. <https://doi.org/10.1007/s12205-015-0544-4>
- Aziz, R. F., & Abdel-Hakam, A. A. (2016). Exploring delay causes of road construction projects in Egypt. *Alexandria Engineering Journal*, 55(2), 1515–1539.

<https://doi.org/10.1016/j.aej.2016.03.006>

Bidgood, J. K., Reed, J., & Taylor, J. B. (2007). Cutting the knot on concurrent delay. *Construction Briefings*, 02, 1–15.

Colombia Compra Eficiente. (2013). *Manual para la Identificación y Cobertura del Riesgo en los Procesos de Contratación M-ICR-01*. Republica de Colombia.

Colombia Compra Eficiente. (2019). DNP Departamento Nacional de Planeación. Retrieved from <https://colombiacompra.gov.co/content/que-es-colombia-compra-eficiente>

Dao, B., Kermanshachi, S., Shane, J., Anderson, S., & Hare, E. (2016). Identifying and Measuring Project Complexity. *Procedia Engineering*, 145, 476–482. <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2016.04.024>

Diccionario de Leyes. (2019). Contratante. Retrieved from <https://espanol.thelawdictionary.org/contratante/>

Durdyev, S., Omarov, M., & Ismail, S. (2017). Causes of delay in residential construction projects in Cambodia. *Cogent Engineering*, 4(1), 1–12. <https://doi.org/10.1080/23311916.2017.1291117>

Enshassi, A., Al-Najjar, J., & Kumaraswamy, M. (2009). Delays and cost overruns in the construction projects in the Gaza Strip. *Journal of Financial Management of Property and Construction*, 14(2), 126–151. <https://doi.org/10.1108/13664380910977592>

Frimpong, Y., & Oluwoye, J. (2003). Significant Factors Causing Delay and Cost Overruns in Construction of Groundwater Projects in Ghana. *Journal of Construction Research*, 04(02), 175–187. <https://doi.org/10.1142/s1609945103000418>

Frimpong, Y., Oluwoye, J., & Crawford, L. (2003). Causes of delay and cost overruns in construction of groundwater projects in a developing countries; Ghana as a case study.

- International Journal of Project Management*, 21(5), 321–326.
[https://doi.org/10.1016/S0263-7863\(02\)00055-8](https://doi.org/10.1016/S0263-7863(02)00055-8)
- Gardezi, S. S. S., Manarvi, I. A., & Gardezi, S. J. S. (2014). Time extension factors in construction industry of Pakistan. *Procedia Engineering*, 77, 196–204.
<https://doi.org/10.1016/j.proeng.2014.07.022>
- H. Abdul-Rahman, M. A. Berawi, A. R. Berawi, Mohamed, O., Othman, M., & I. A. Yahya. (2006). Delay Mitigation in the Malaysian Construction Industry. *Journal of Construction Engineering and Management* © ASCE, 6(2), 125–133.
[https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)0733-9364\(2006\)132:2\(125\)](https://doi.org/10.1061/(ASCE)0733-9364(2006)132:2(125))
- Hamzah, N., Khoiry, M. A., Arshad, I., Tawil, N. M., & Che Ani, A. I. (2011). Cause of construction delay - Theoretical framework. *Procedia Engineering*, 20(Kpkt 2010), 490–495. <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2011.11.192>
- Ibironke, O. T., Oladinrin, T. O., Adeniyi, O., & Eboreime, I. V. (2013). Analysis of Non-excusable delay factors affecting Contractors ' Performance in Lagos, Nigeria. *Journal of Construction in Developing Countries*, 18(1), 53–72.
- Kaleem, S., Irfan, M., & Gabriel, H. F. (2014). Estimation of Highway Project Duration at the Planning Stage and Analysis of Risk Factors Leading To Time Overrun, 612–626.
<https://doi.org/10.1061/9780784413586.059>
- Kim, S. Y., Tuan, K. N., & Luu, V. T. (2016). Delay factor analysis for hospital projects in Vietnam. *KSCE Journal of Civil Engineering*, 20(2), 519–529.
<https://doi.org/10.1007/s12205-015-0316-1>
- Kraiem, Z. M., & Diekmann, J. E. (1988). Concurrent Delays in Construction Projects, 113(4), 591–602.

- Le-Hoai, L., Lee, Y. D., & Lee, J. Y. (2008). Delay and cost overruns in Vietnam large construction projects: A comparison with other selected countries. *KSCE Journal of Civil Engineering*, 12(6), 367–377. <https://doi.org/10.1007/s12205-008-0367-7>
- Mahamid, I. (2017). Frequency of time overrun causes in road construction in Palestine: Contractors' View. *Organization, Technology & Management in Construction: An International Journal*, 5(1), 720–729. <https://doi.org/10.5592/otmcj.2013.1.9>
- Majid, M. Z. A., & McCaffer, R. (1998). Factors of Non-Excusable Delays That Influence Contractors' Performance. *Journal of Management in Engineering*, 14(3), 42–49. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)0742-597X\(1998\)14:3\(42\)](https://doi.org/10.1061/(ASCE)0742-597X(1998)14:3(42))
- Mansfield, N., Ugwu, O., & Doran, T. (1994). Causes of delay and cost overruns in Nigerian construction projects. *International Journal of Project Management*, 12(4), 254–260. [https://doi.org/10.1016/0263-7863\(94\)90050-7](https://doi.org/10.1016/0263-7863(94)90050-7)
- Marzouk, M. M., & El-Rasas, T. I. (2014a). Analyzing delay causes in egyptian construction projects. *Journal of Advanced Research*, 5(1), 49–55. <https://doi.org/10.1016/j.jare.2012.11.005>
- Marzouk, M. M., & El-Rasas, T. I. (2014b). Analyzing delay causes in Egyptian construction projects. *Journal of Advanced Research*, 5(1), 49–55. <https://doi.org/10.1016/j.jare.2012.11.005>
- Megha, D., & Rajiv, B. (2250). A Methodology for Ranking of Causes of Delay for Residential Construction Projects in Indian Context. *International Journal of Emerging Technology and Advanced Engineering Website: Www.Ijetae.Com ISO Certified Journal*, 9001(3), 396–404.
- Memon, A. H., Rahman, I. A., Akram, M., & Ali, N. M. (2014). Significant factors causing time

- overrun in construction projects of Peninsular Malaysia. *Modern Applied Science*, 8(4), 16–28. <https://doi.org/10.5539/mas.v8n4p16>
- Project Management Institute. (2013). *Guía de los Fundamentos Para la Dirección de Proyectos (Guía del PMBOK)* (Quinta edi). Newton Square, Pensilvania: Poject Management Institute, Inc.
- Real Academia Española. (2019). Contratista. Retrieved from <https://dej.rae.es/lema/contratista>
- Reynolds, R. B., & Revay, S. G. (2001). Concurrent Delay: A Modest Proposal. *Revay and Associates, Montreal, QC*, 20(2), 81–87. Retrieved from <http://www.recordassociates.com/news/concurrent?delay/>
- Sambasivan, M., & Soon, Y. W. (2007). Causes and effects of delays in Malaysian construction industry. *International Journal of Project Management*, 25, 517–526. <https://doi.org/10.1016/j.ijproman.2006.11.007>
- Shehu, Z., Endut, I. R., & Akintoye, A. (2014). Factors contributing to project time and hence cost overrun in the Malaysian construction industry. *Journal of Financial Management of Property and Construction*, 19(1), 55–75. <https://doi.org/10.1108/JFMPC-04-2013-0009>
- Sweis, G. J. (2013). Factors Affecting Time Overruns in Public Construction Projects: The Case of Jordan. *International Journal of Business and Management*, 8(23), 120–129. <https://doi.org/10.5539/ijbm.v8n23p120>
- Sweis, G., Sweis, R., Abu Hammad, A., & Shboul, A. (2008). Delays in construction projects: The case of Jordan. *International Journal of Project Management*, 26(6), 665–674. <https://doi.org/10.1016/j.ijproman.2007.09.009>
- Tafazzoli, M., & Shrestha, P. (2017). Factor Analysis of Construction Delays in the U.S. Construction Industry, 111–122. <https://doi.org/10.1061/9780784481196.011>

- Tumi, S. A. H., & Omran, A. (2015). CAUSES OF DELAY IN CONSTRUCTION INDUSTRY IN LIBYA. *The International Conference on Administration and Business*, (December), 265–272. Retrieved from <https://www.researchgate.net/publication/267829669>
- Yang, J. Bin, Yang, C. C., & Kao, C. K. (2010). Evaluating schedule delay causes for private participating public construction works under the Build-Operate-Transfer model. *International Journal of Project Management*, 28(6), 569–579. <https://doi.org/10.1016/j.ijproman.2009.10.005>