



UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA
SEDE BOGOTÁ

Identificación y análisis, desde la gestión, de los factores de retraso en los proyectos de construcción de instalaciones eléctricas en edificaciones en Colombia

Identification and analysis, from the management, of the delay factors in the construction projects of electrical installations in buildings in Colombia

EYDAR GUSTAVO MONSALVO RIVERA

UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA
FACULTAD DE CIENCIA ECONÓMICAS
MAESTRÍA EN ADMINISTRACIÓN
BOGOTÁ D.C., COLOMBIA

2020

Identificación y análisis, desde la gestión, de los factores de retraso en los proyectos de construcción de instalaciones eléctricas en edificaciones en Colombia

Identification and analysis, from the management, of the delay factors in the construction projects of electrical installations in buildings in Colombia

EYDAR GUSTAVO MONSALVO RIVERA

Trabajo final presentado como requisito para optar al título de:

Magíster en Administración

DIRECTORA: PH.D. GLORIA ISABEL RODRÍGUEZ LOZANO

Línea de Investigación:

Gestión de Operaciones

UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA

FACULTAD DE CIENCIA ECONÓMICAS

MAESTRÍA EN ADMINISTRACIÓN

BOGOTÁ D.C., COLOMBIA

2020

AGRADECIMIENTOS

A mi familia por su valioso apoyo

RESUMEN

El presente trabajo de investigación se enfoca en la caracterización de los factores de retraso que se observan en los proyectos de construcción de instalaciones eléctricas según el punto de vista de los tres principales stakeholders involucrados (cliente, contratista e interventor). Para lograr este objetivo se realizó una revisión de literatura donde 121 factores de retraso fueron identificados y agrupados en 9 categorías. Después de una validación de los factores para el contexto colombiano se implementó una encuesta a los profesionales miembros de la asociación de ingenieros electricistas y electrónicos de la Universidad Nacional de Colombia, los cuales debían establecer la frecuencia de ocurrencia y severidad de los factores mencionados. Las perspectivas de los participantes se analizaron por medio del índice de importancia relativa que permitió establecer un rango con los factores más importantes de las demoras. Se utilizó el índice de Spearman para evaluar el nivel de concordancia entre los tres grupos consultados. En esta investigación, el 97.8 % de los participantes informa que han experimentado retrasos en sus proyectos de construcción siendo los factores más significativos en estas demoras la agresiva o ajustada programación para la ejecución de las actividades y los retrasos causados por problemas de diseño.

Palabras claves. *Gerencia de proyectos, gestión del riesgo, stakeholders, factores de retraso, planeación, adaptación.*

ABSTRACT

The present research focuses on the characterization of the delay factor which can be observed in electrical construction projects from the point of view of the three stakeholders involved (client, contractor and consultant). To achieve this objective, a literature review was carried out where 121 delay factors were identified and grouped into 9 categories. After a validation of the factors for the Colombian context, a survey was implemented among the professional members of the association of electrical and electronic engineers of the National University of Colombia. The affiliates determined the frequency of occurrence and severity of the mentioned factors. The participants' perspective was analyzed using the relative importance index, with the idea of establishing a range with the most important factors of delays. Additionally, with the Spearman index was evaluated the level of concordance between the three groups surveyed. In this research, 97.8% of the participants reported that they have experienced delays in their construction projects, the most significant factors in these delays are aggressive or unrealistic scheduling of activities and delays caused by design problems.

Keywords. *Project management, Risk management, Stakeholders, Delay factors, Planning, Adaptation.*

TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN.....	9
1. PROBLEMÁTICA.....	13
1.1 JUSTIFICACION DE LA PROBLEMÁTICA:.....	13
1.2 PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN:.....	20
1.3 OBJETIVOS GENERALES Y ESPECÍFICOS.....	21
2. MARCO TEÓRICO.....	22
2.1 TIPOS DE RETRASOS	22
2.2 TAXONOMÍA	25
2.3 REVISIÓN DE LITERATURA	27
3. METODOLOGÍA DE RECOLECCIÓN DE DATOS	44
4. ANÁLISIS DE DATOS Y DISCUSIÓN	49
4.1 RESULTADOS	50
4.2 RESULTADO GENERAL.....	53
4.3 CONTRATISTA.....	56
4.4 INTERVENTOR.....	57
4.5 CLIENTE	59
4.6 FACTOR DE CORRELACIÓN DE SPEARMAN.....	62
4.7 OTROS FACTORES	63
6. CONCLUSIÓN Y RECOMENDACIONES.....	65
7. ANEXOS.....	70
7.1 ANEXO A	70
7.2 ANEXO B	70
7.3 ANEXO C	75
8. REFERENCIAS:.....	80

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Enfoque metodológico.....	42
Figura 2. Distribución poblacional.....	48
Figura 3. Porcentaje de retrasos en los proyectos para los tres grupos.....	49
Figura 4. Porcentaje de retrasos en los proyectos para los contratistas.....	49
Figura 5. Porcentaje de retrasos en los proyectos para los interventores.....	50
Figura 6. Porcentaje de retrasos en los proyectos para los clientes.....	50

LISTA DE TABLAS

Tabla I. Ejemplo de enunciado de factores.....	23
Tabla II. Principales factores de retraso en la literatura.....	37
Tabla III. Factores de retraso para la presente investigación.....	43
Tabla IV. Rango de los factores de retraso según los tres grupos consultados.....	51
Tabla V. Rango de los factores de retraso según el contratista.....	54
Tabla VI. Rango de los factores de retraso según el interventor.....	55
Tabla VII. Rango de los factores de retraso según el cliente.....	57
Tabla VIII. Resumen de rango de los factores de retraso según los tres grupos consultados.....	59
Tabla IX. Factor de correlación de Spearman.....	60
Tabla A1. Factores de retraso en la literatura (Anexo A).....	63

INTRODUCCIÓN

El completar un proyecto según los parámetros acordados es un sinónimo de eficiencia, coordinación y buenas relaciones entre los grupos involucrados en los trabajos. Según Aziz (2013) tradicionalmente un proyecto se considera exitoso si es completado dentro de las fechas establecidas en el contrato, bajo el presupuesto indicado y con los requerimientos de satisfacción (calidad) acordados por los stakeholders- comúnmente conocido como el triángulo de hierro (Atkinson, 1999)-, aunque para el caso de la construcción estos criterios de éxito deben complementarse con indicadores de seguridad, eficiencia en el uso de los recursos y reducción de conflictos, es decir, se deben considerar *key performance indicators (KPIs)* relevantes para el cliente y los contratistas (Mok et al., 2015; Toor & Ogunlana, 2010).

Pero estos parámetros de éxito en la industria de la construcción han sido difíciles de alcanzar para las compañías a lo largo de los años, debido a que es un sector en constante cambio, donde el alto grado de complejidad y particularidad inherente de cada uno de sus proyectos hace difícil poder formular una estrategia replicable en cada uno de ellos, junto con el significativo nivel de incertidumbre que predominan en la industria, han llevado a que se considere como un sector de alto riesgo donde existen múltiples cuellos de botella en el desarrollo de las actividades, ineficiencia en el manejo de los recursos y las relaciones entre los stakeholders resultando –como lo demuestra la firma McKinsey (2017) en su estudio– en un sector con bajos niveles de productividad comparado con la industria manufacturera y la de comercio, especialmente en países en vía de desarrollo (Long et al., 2004; Prasad et al., 2018)

Esta baja productividad en el sector de la construcción se puede evidenciar en la existencia predominante de sobre costos y demoras en la entrega de los proyectos, lo cual es considerado como una falla en el cumplimiento de los objetivos establecidos y son un problema generalizado de la industria a nivel mundial que tiene como principal consecuencia la afectación de la rentabilidad de los proyectos (Aziz, 2013; Derakhshanfar et al., 2019).

Los retrasos o demoras son de esencial interés para todas las partes involucradas por los efectos adversos que pueden implicar en el ciclo de vida del proyecto. Aunque existen diferentes definiciones sobre los retrasos en la literatura, este se puede considerar simplemente como el no terminar las actividades en el tiempo estipulado (Ansah & Sorooshian, 2018; Aziz, 2013) o como Assaf y Al-Hejji (2006) lo exponen, es el tiempo adicional necesario para completar las actividades más allá de la fecha especificada inicialmente en el contrato o acordada por las partes involucradas para la entrega.

Para Colombia, la industria de la construcción representa el 7% del Producto Interno Bruto –PIB– y emplea el 6.4% de la población ocupada (Banco de la República de Colombia, 2019b; DANE, 2019a). Solo el subsector de la construcción de edificaciones aporta un 3.4% (DANE, 2019b). Desde el 2017 esta área ha venido presentando una reducción en su contribución a la economía del país, aporte que solo en el 2019 se contrajo en -4.5% (Banco de la República de Colombia, 2019a). Disminución principalmente jalonada por el subsector de las edificaciones que exhibe una reducción del -8.8% para el 2019, aunque cabe resalta que representa una mejoría de los niveles del 2017 cuando se presentó una contracción de -12.4% en

este subsector (Banco de la República de Colombia, 2019a; DANE, 2017). Esta situación está en concordancia con otros países de la región como Brasil y México donde se encontró una reducción en el rubro de la construcción de 1.6 y 1.1 por ciento, respectivamente para el 2017.

La existencia de retrasos lleva a la reducción de las ganancias de los involucrados en los proyectos y por ende el aporte de estos a la economía de una nación. En Colombia la situación no se aparta de la problemática mundial. El sector de la construcción en la nación es considerado como uno de los más bajos en términos de productividad y creación de valor agregado según el reporte de McKinsey (2017) posicionando a Colombia en la categoría de rezagados con un índice de crecimiento de productividad de -0.5% anual junto a países de la región como México (-1.9%) y Brasil (-1.3%). Dado este entorno es necesaria la aplicación de metodologías administrativas pertinentes que busquen la identificación de los factores de retraso y se logre la prevención y mitigación de los errores o contratiempos en este sector, debido al papel fundamental que juega como pilar para la economía de Colombia y el desarrollo social que potencializa.

Los desafíos que enfrenta Colombia en materia de construcción son varios desde su estructura normativa, tipos de contratación, percepción de corrupción junto con los bajos niveles de productividad y de creación de valor, los cuales tienen como consecuencia principal la ocurrencia sistemática de retrasos en las diferentes áreas de la construcción. Por ejemplo, en el subsector de la infraestructura se estima que el 41 por ciento de las obras públicas en 2019 presentan retrasos (M. C. González, 2019), trabajos que incluyen aeropuertos, vías, colegios, acueductos y adecuación

de corredores férreos que comprometen más de \$6 billones de pesos en aproximadamente 1000 obras (El Tiempo, 2019). Para el caso de los retrasos en proyectos de edificaciones residenciales ha llamado la atención el aumento del número de quejas por demoras en la entrega de viviendas en los últimos años, en particular es de resaltar el atraso, de más de seis años, que presenta un conjunto residencial en la ciudad de Bogotá (La W, 2020) o la demora en las actividades de construcción de 17 torres residenciales de interés social que llevan más de un año de retraso en Armenia (El Tiempo, 2018b).

Con respecto a edificios comerciales la problemática no es diferente, el ejemplo más notorio para Colombia es el proyecto de construcción del BD Bacatá en el centro de Bogotá, el cual fue planeado para ser el edificio más alto de la ciudad y el segundo de América Latina. Las dos torres que componen este proyecto estaban programadas para entrar en operación completa para el 2014, pero esto no se ha concretado para la fecha, todos los trabajos que se estaban desarrollando han sido suspendidos y adicionalmente, la sociedad constructora ha sido admitida en reorganización por el deudas acumuladas con sus acreedores (El Espectador, 2018; El Tiempo, 2018a).

1. PROBLEMÁTICA

1.1 JUSTIFICACION DE LA PROBLEMÁTICA:

Autores como Arditi y Pattanakitchamroon (2006), y Chan y Kumaraswamy (2001; 1998) consideran como un enfoque necesario que deben desarrollar los gerentes para mejorar la productividad de la industria de la construcción, el de siempre tener en mente estrategias para reconocer, controlar, reducir las causas de los retrasos y las repercusiones que producen en los proyectos ya sea en su afectación en el tiempo, los costos o las relaciones entre los integrantes del mismo. Según estos autores, este enfoque se puede obtener en parte a través de mejores metodologías administrativas que optimicen la organización de los procesos, supervisión en sitio y definan canales claros de comunicación entre los stakeholders. Pero además es necesario, como lo presenta Arditi *et al.* (2017) desde su estudio de la influencia de la cultura organizacional de una empresa como factor determinante sobre la existencia de los retrasos, que el administrador genere un ambiente donde se puedan escuchar y tomar en cuenta las diferentes ideas o recomendaciones de los participantes, que permitan conocer desde los trabajadores de primera línea, coordinadores, gerentes y demás involucrados las causas de un retraso dado que esta identificación constituirá un paso primordial para encontrar una solución apropiada a ellos. Concepto en el que autores como Adam *et al.* (2017), Durdyev y Hosseini (2019) y Amusan *et al.* (2017), concuerdan y complementan al decir que es necesaria una evaluación completa de como los problemas surgen, no sólo a través de su identificación, si no por medio de un análisis sistemático que además permita comprender como los impactos de estos factores cambian y se desarrollan a lo largo

del ciclo de vida del proyecto y de esta forma poder optimizar el desempeño de este. Según Ansah y Sorooshian (2018), esto permitiría al profesional desplegar estrategias prácticas que tendrían como objetivo minimizar la incertidumbre y riesgo natural de los proyectos.

Con el fin de que esta identificación sea efectiva, debe existir adicionalmente una trazabilidad de las tareas a ejecutar y una clara definición de las responsabilidades de cada uno de los involucrados a lo largo de las diferentes etapas del proyecto para realizar una lectura correcta sobre el grupo de origen del retraso con el objetivo de poder realizar un diagnóstico claro de porqué esta problemática surge.

Dicho de otro modo, un proyecto involucra diferentes grupos de stakeholders los cuales cuentan con distintos niveles de experiencia, intereses, valores y resultados esperados sobre las actividades (Ansah & Sorooshian, 2018). Esta heterogeneidad de objetivos hace indispensable conocer cómo, desde el punto de vista de cada uno de los stakeholders, es percibido el retraso debido a que tienen diferentes interpretaciones de severidad, importancia e implicaciones económicas o de responsabilidad dependiendo del grupo en cuestión. Una actividad que puede estar retrasada no necesariamente implica que el tiempo de su demora sea el mismo que el retraso total del proyecto o incluso puede que no afecte la fecha de entrega, en algunos casos solo un grupo de actividades estarán afectadas involucrando a un solo stakeholder y no será de importancia para el cliente. Por otra parte, la existencia de un retraso en actividades claves puede tener múltiples stakeholders involucra-

dos, quienes perciben como crítico la ocurrencia de esta demora, y sus causas pueden ser responsabilidad de muchos de los involucrados o de ninguno de ellos –por ejemplo por condiciones climáticas adversas- (Assaf & Al-Hejji, 2006).

El profesional debe estar en capacidad de evaluar críticamente los distintos objetivos de los grupos de interés de forma que pueda alinearlos con el propósito primordial del proyecto en términos de costo o tiempo, los cuales debe monitorear continuamente para estimar su cumplimiento (Ansah & Sorooshian, 2018; Aziz, 2013; Eriksson et al., 2017). Para autores como Chan *et al.* (1997; 2001) y Kumaraswamy (1998) el tiempo es considerado el principal benchmark con el cual se comparará el cumplimiento o no de los objetivos y la eficiencia de una organización debido a que un retraso en las actividades generara igualmente sobre costos por el tiempo y recursos adicionales necesarios para terminar las tareas, que se traduce en un bajo desempeño del proyecto y por ende reducción de los beneficios esperados. Este benchmark está en concordancia con los hallazgos realizados por la firma KPMG, con presencia en más 154 países, en su encuesta anual a nivel mundial del 2017 para la industria de la construcción, donde se obtuvo que el 80% de los encuestados considera el tiempo como la medida primordial para conocer el avance de un proyecto haciéndolo de esta forma relevante para la presente investigación (KPMG, 2017).

Adicionalmente, el conocer cuáles son los criterios de éxito o fracaso de un proyecto, por medio de los indicadores claves de desempeño (Toor & Ogunlana, 2010), de presupuesto (Iyer & Jha, 2005), de cronograma (Dissanayaka & Kumaraswamy, 1999), junto a un subconjunto de variables definidas en el modelo

de Dursun y Stoy (2012) para la correcta estimación del tiempo requerido para los trabajos como el área de construcción o número de participantes; hace que el administrador pueda reconocer y ser consciente de cuáles, específicamente, son los factores que están afectando el desarrollo normal del proyecto. Permitiéndole definir formas de solucionarlos dirigiéndose específicamente si es necesario al grupo bajo el cual estos factores están relacionados, es decir, si son resultado del accionar del cliente, del proyecto, del interventor, del contratista, o del diseñador; y si son debidos al material, a las herramientas, a factores externos o a factores laborales (Assaf & Al-Hejji, 2006; Aziz, 2013; D. W. M. Chan & Kumaraswamy, 2001; Chiu & Lai, 2017; Mok et al., 2015).

Aunque existe una extensa literatura relacionada a los retrasos en la industria de la construcción, Tafazzoli y Shrestha (2017) consideran que esta ha sido incapaz de proporcionar un modelo que desde el punto de vista de la administración entregue herramientas prácticas para la aplicación en sitio e incluso, estas investigaciones no permiten tener una efectiva solución que sea generalizable y controle la aparición de los retrasos. Esta falta de solución es debida, en parte, a que muchos de los resultados de las investigaciones realizadas sobre los factores de retraso varían de región a región, país a país e incluso en un mismo país varían con el tiempo (Agyekum-Mensah & Knight, 2017; Amusan et al., 2017). Además, no existe un acuerdo entre los investigadores en la terminología utilizada para definir los retrasos dificultando el desarrollo de una estructura de referencia común donde sea posible determinar, comparar y evaluar las causas y las categorías a las cuales pertenecen para implementar un sistema de gestión eficiente (Derakhshanfar et al., 2019). Por

ello, partiendo desde una clara identificación y definición de los factores recurrentes en la industria se debe considerar el contexto cultural y regional de cada lugar para su correcta comprensión el cual permita el desarrollo de un sistema que busque una metodología generalizada para hacer frente a los retrasos en vez de una solución particular a cada uno de ellos.

Para el caso de la construcción de instalaciones eléctricas la literatura existente es escasa y esta principalmente enfocada a la planeación de las actividades (Chiu & Lai, 2017; Horman et al., 2006; Menches & Hanna, 2006; Nasr & Menches, 2009). Según Chiu y Lai (2017), la construcción eléctrica es una actividad fundamental para completar a tiempo los trabajos de la cual sus factores de retraso han sido poco estudiados. Para estos autores las instalaciones eléctricas son críticas debido a su sofisticación, requerimientos de diseño y ejecución precisa, y sus relación o dependencia con otros sistemas del edificio como el estructural, mecánico y de comunicaciones demandando una coordinación sin igual entre las partes. Por la particularidad de los trabajos necesarios en la industria eléctrica y su relación con otras especialidades es indispensable identificar los factores de retraso de sus actividades.

Esto muestra un panorama donde los trabajos eléctricos son normalmente la ruta crítica en la construcción de edificaciones, lo cual representa un gran desafío para los involucrados. Para los autores Horman *et al.* (2006) y Menches y Hanna (2006), quienes establecen modelos de planeación secuencial de los trabajos eléctricos, el principal desafío que enfrenta el constructor eléctrico, quien es típicamente un subcontratista en el proyecto, es que deba ajustar su trabajo a una secuencia

preestablecida (impuesta) donde su avance se ve condicionando a los trabajos adelantados antes de él. Esto debido a que el pico de actividades de las otras especialidades esta al inicio del proyecto mientras las eléctricas al final implicando que un atraso en cualquiera de las anteriores actividades postergue el inicio de las del contratista eléctrico quien junto a una fecha ya establecida de entrega del proyecto cuenta con un menor tiempo para ejecutar sus actividades. Este escenario puede conducir a problemas, conflictos, desacuerdo y daño de la relación comercial entre el contratista principal y el subcontratista por una falta de comprensión del primero de los tiempos requeridos para completar satisfactoriamente las actividades por parte del segundo.

Adicionalmente, los cambios en esta secuencia preestablecida pueden resultar en variaciones en los tiempos de ejecución de los proyectos eléctricos las cuales, tienen diversas causas entre ellas la falta de detalle en los diseños, errores o poca coordinación entre especialidades, cambio de órdenes, falta de planeación en la gestión y aprobación del operador de red y tiempos poco realistas por mencionar algunas (A. Hanna & Haddad, 2009). Como medida para contrarrestar este rezago en la ejecución, los contratistas eléctricos se ven obligados a acelerar o comprimir el tiempo necesario para las actividades implementando soluciones como la autorización de horas extras a su personal y de esta forma cumplir con los objetivos básicos del proyecto. Esta medida plantea que el contratista deba incurrir en costos adicionales para la operación que en muchos casos no son reconocidos por el cliente (A. Hanna & Haddad, 2009). Según los autores Hanna y Haddad (2009) en su estudio sobre las horas extras en los proyectos eléctricos aproximadamente el

24% de las compañías al noreste de los Estados Unidos realizan esta práctica comparada con un 12% en Canadá. Donde la implementación de estos tiempos adicionales o el ejercicio de una presión constante al personal ha resultado en una reducción considerable de la productividad entre más extendido sea este tiempo, disminución de la moral de los trabajadores afectando la calidad de los trabajos e incrementado el ausentismo (A. Hanna & Haddad, 2009; Tafazzoli & Shrestha, 2017) factores de retraso que con una correcta previsión de sus causas pueden ser mitigados o eliminados.

Por lo anterior, esta investigación se concentrará en la identificación de los factores de retraso en los proyectos de construcción de instalaciones eléctricas en edificaciones comerciales para uso mercantil y de negocios -como está definido en la NFPA 101 ver anexo A- construidas en la ciudad de Bogotá, permitiendo reconocer de raíz las causas particulares para la industria colombiana desde una perspectiva administrativa y de esta forma lograr proporcionar las bases para una comprensión detallada de la problemática que busquen brindarle al profesional las herramientas gerenciales necesarias para dar soluciones en campo que lleven al mejoramiento de la productividad de la industria.

1.2 PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN:

¿Cuáles son los principales factores, desde la gestión, que propician la existencia de retrasos en los proyectos de instalaciones eléctricas en edificaciones en Colombia?

1.3 OBJETIVOS GENERALES Y ESPECÍFICOS

OBJETIVO GENERAL

Caracterizar los factores de retraso, desde la gestión, para los tres principales stakeholders (cliente, contratista e interventor), en los proyectos de construcción de instalaciones eléctricas para edificaciones en Colombia que se han completado entre los años 2014 y 2017.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

- Establecer los factores de retrasos más importantes, desde la gestión, en los proyectos de construcción de instalaciones eléctricas en edificaciones en Colombia teniendo en cuenta el impacto de cada uno de estos factores en el retraso.
- Agrupar los factores de retraso conforme la frecuencia de ocurrencia y severidad para el retraso en los proyectos de construcción de instalaciones eléctricas, según el cliente, el interventor y el contratista.
- Analizar los resultados obtenidos y recomendar soluciones desde la gestión de operaciones.

2. MARCO TEÓRICO

2.1 TIPOS DE RETRASOS

En un proyecto de construcción la complejidad existente en las interrelaciones entre los diferentes agentes involucrados en la ejecución de las actividades lleva a que exista una variedad de razones para la aparición de los retrasos, los cuales pueden ser iniciados por cualquiera de los stakeholders. Por ello, para obtener una completa comprensión de los retrasos es necesario conocer no sólo su origen, sino además su tipo y de esta forma determinar la responsabilidad que tiene cada uno de los stakeholders sobre este (Agyekum-Mensah & Knight, 2017; Ansah & Sorooshian, 2018). Los retrasos pueden agruparse, de manera general, en retrasos excusables, no excusables y concurrentes, de la siguiente manera:

1. Retraso excusable:

- a. *No compensable*. Este primer tipo de retraso hace referencia a que ninguna de las partes –por común acuerdo previamente establecido en un contrato, por ejemplo- puede llegar a considerarse responsable por el retraso o como el propiciador de este, debido a que no tiene control sobre el evento. En ciertas ocasiones la causa puede ser de origen natural lo que lleva a que se conozca este tipo de retraso como de “fuerza mayor” o “actos de Dios”. Dado que existe un común entendimiento entre las partes para este tipo de evento, según Arcuri *et al.* (2007) se permitirá una extensión del tiempo del contrato, pero no habrá lugar a una compensación económica (Alaghbari *et al.*, 2007; Ansah & Sorooshian, 2018; Kaming *et al.*, 1997). Un ejemplo son las

condiciones meteorológicas extremas como huracanes o monzones (Ballesteros-Pérez et al., 2015).

b. *Compensable*. Los retrasos excusables compensables, son aquellos que por lo general tiene un origen en el cliente o sus representantes por acciones que están dentro del control de estos, pero no son llevadas a cabo a tiempo o de manera correcta. Cuando este tipo de retraso existe, el contratista tiene derecho a una extensión del tiempo de entrega y una compensación económica por los costos adicionales en los que pueda incurrir, lo que comúnmente se conoce como daños por retrasos (Adam et al., 2017; Agyekum-Mensah & Knight, 2017; Alaghbari et al., 2007; Ansah & Sorooshian, 2018; Arcuri et al., 2007; Arditi & Pattanakitchamroon, 2006; Durdyev & Hosseini, 2019). Cambios en las especificaciones de diseño, alcance, materiales, errores en los diseños, dibujos o falta de detalles son ejemplos de este tipo de retraso.

2. *Retraso no excusable*. Comúnmente este tipo de retraso se evidencia en actividades que están en completo control del contratista, las cuales pueden llegar a involucrar a sus subcontratistas y proveedores, quienes se vería condicionados a pagar una compensación al contratista principal. Dado que este retraso es ajeno al cliente, este no está obligado a considerar un tiempo adicional para las actividades, ni una compensación económica por los costos agregados a los que se vería expuesto el contratista principal aunque, como Arcuri (2007) indica, puede llegar a existir en circunstancias muy particulares una extensión de tiempo (Adam et al., 2017; Alaghbari et al., 2007; Ansah &

Sorooshian, 2018; Arcuri et al., 2007; Durdyev & Hosseini, 2019; Kaming et al., 1997). Generalmente, errores en la ejecución de los trabajos, reprocesos, falta de materiales, equipos y personal son evidencia de la existencia de estos retrasos.

3. *Retraso concurrente*. Esta categoría general requiere de la aparición de dos o más retrasos –excusables y no excusables- de forma independiente, los cuales deben tener lugar en un mismo periodo de tiempo. Cualquiera de los retrasos, de manera individual, puede tener la posibilidad de generar una demora en las actividades. El verdadero desafío que impone este tipo de situación es determinar qué grupo es responsable directo de la tardanza. Desacuerdos, conflictos y litigios entre el cliente y el contratista al presentarse este tipo de eventos son más probables de ocurrir debido a que el contratista percibe que tiene derecho a un tiempo adicional por el retraso excusable, pero el cliente puede no tener en cuenta esta solicitud debido al retraso no excusable y oponerse a dicha extensión de tiempo (Alaghbari et al., 2007; Ansah & Sorooshian, 2018; Arcuri et al., 2007; Arditi & Pattanakitchamroon, 2006; Durdyev & Hosseini, 2019). Como Arditi y Pattanakitchamroon (2006) expresan en su investigación, los administradores deben estar en capacidad de hacer un seguimiento cronológico de las actividades y desarrollar una metodología en el que todos los involucrados estén de acuerdo en cómo examinar las raíces de los retrasos individualmente y sus responsabilidades.

2.2 TAXONOMÍA

Una de las grandes dificultades que los autores han encontrado a la hora de poder identificar los factores es la falta de consistencia en la definición de los retrasos, es decir, un lenguaje común en su enunciación que permita obtener un indicador estandarizado que pueda ser usado por los profesionales (Toor & Ogunlana, 2010). Para Habibi y Kermanshachi (2018), esta situación ha llevado a que no exista una lista consistente de factores claves de desempeño – *Key Performance Factor (KPFs)*- en la literatura dado que todos los investigadores difieren los unos de los otros en sus definiciones de con que evaluar los proyectos.

Esta es una hipótesis que comparten autores como Ansah y Sorooshian (2018) y Derakhshanfar *et al.* (2019), quienes muestran que debido a la dificultad de cómo enunciar los factores se tiene como consecuencia que muchos de los estudios realizados, para una misma región o no, obtengan diferentes causas y categorías de retrasos. Un ejemplo de esta situación se presenta en la tabla I, donde se evidencia la falta de consistencia entre los investigadores para definir un mismo factor.

Tabla I

Ejemplo de enunciado de factores

Factor	Autor	País
No definida o falta de planeación de proyectos	Larsen <i>et al.</i> (2016)	Dinamarca
Inadecuada planeación y programación	Memon <i>et al.</i> (2014)	Malasia
Pobre planeación	Ntshangase y Tuan (2019)	Sudáfrica
Planeación y programación ineficaz del proyecto por el contratista	Rachid <i>et al.</i> (2018)	Argelia

Fuente: Elaboración propia

Esta diferencia en el origen de los factores de retrasos y como se relacionan o agrupan con otros, dificulta el desarrollo de una estructura de evaluación de los

mismo dentro de los proyectos haciendo ineficiente la ubicación de los recursos y asignación de las responsabilidades a las que haya lugar. Por ejemplo, Long *et al.* (2004) en su investigación sobre los grandes proyectos de construcción en países en desarrollo, presenta una constante confusión sobre los conceptos que definen los factores y sus categorías. El autor define la categoría de *problemas relacionados con el financiador* y en esta ubica como factor la interferencia del propietario en las decisiones, luego en la categoría de *problemas relacionados con el propietario* menciona las dificultades financieras y el retraso en el pago de los trabajos. Esta falta de consistencia compromete la efectividad de las herramientas de identificación de los factores y la administración de los procesos, siendo una de las mayores causas de sobre costos, retrasos, conflictos y fallas en los proyectos (Derakhshanfar *et al.*, 2019; Habibi & Kermanshachi, 2018).

Para Derakhshanfar *et al.* (2019), el contar con una terminología clara permite la acción conjunta de los participantes en el proceso de toma de decisiones para dar respuestas a las eventualidades que surjan, teniendo como principal resultado la facilidad con que las comunicaciones se realizan, al hacer que todos los stakeholders se encuentren en el mismo contexto evitando así mal interpretaciones. Adicionalmente, una adecuada estandarización de las causas y sus categorías permiten ser utilizadas como la base de entrada para sistemas y metodologías más avanzadas de administración como la herramienta BIM – *Building information modeling*-, la cual busca una coordinación entre las profesiones presente en un proyecto, facilitando así la toma de decisiones de los administradores al compartir la información entre los participantes y de esta forma mejorar su productividad (Jang & Lee, 2018).

Pero son los mismos Toor y Ogunlana (2010), quienes conscientes de la dificultad que se presenta en la literatura, afirman que es impráctico poder llegar a lograr generalizar completamente la terminología de los KPFs debido a las características particulares que cada proyecto experimenta, su entorno y limitaciones. Aunque, resaltan los aportes que la “expansión” de la taxonomía de los KPFs realiza al suplir la necesidad de un adecuado entendimiento de estos en los diferentes contextos en los que se desarrolla cada tipo de proyecto.

2.3 REVISIÓN DE LITERATURA

La existencia de retrasos es una problemática generalizada para todos los proyectos de construcción a nivel mundial (Aziz, 2013; D. W. Chan & Kumaraswamy, 1997), según la firma KPMG para el 2015 el 53% de los clientes en la industria evidenció uno o más proyectos con bajo rendimiento en términos del cumplimiento de las fechas de entrega (KPMG, 2015). En promedio, en Arabia Saudita el 70% de los proyectos presentaron retrasos con tiempos adicionales de entre 10 al 30 por ciento de lo presupuestado (Assaf & Al-Hejji, 2006). Para Faridi y El-Sayegh (2006), el 50% de los proyectos no fueron completados según lo acordado en UAE, siendo esta nación el mayor inversionista en medio oriente en proyectos de construcción, los cuales se ejecutaron en 2006 con aproximadamente 30 billones de dólares. Situación similar se evidencia en Hong Kong con un 20% de los proyectos con retraso (D. W. M. Chan & Kumaraswamy, 2001). En el caso de la construcción de edificaciones en Jordania, Odeh y Battaineh (2002) hallaron que los proyec-

tos requerían en promedio un 120 por ciento de tiempo adicional para ser completados. De forma similar Aftab (2014), en su investigación sobre los retrasos en Malasia, observó que el 80% de los proyectos públicos y el 66% de los privados presentaban esta problemática.

Autores como Zidane y Andersen (2018), Sweis *et al.* (2008) y Sambasivan y Soon (2007), consideran que la presencia de retrasos dentro de un proyecto es un fenómeno universal en la industria de la construcción y es típico observarlos a lo largo del ciclo de vida del proyecto, pero su existencia es un indicador de baja productividad e ineficiencia en las actividades, que resultan en una pérdida de competitividad y de participación en el mercado para la empresa que lo experimenta reduciendo la capacidad de la compañía de aportar valor. Por ello, es necesario un completo entendimiento de las causas de los retrasos con la finalidad de mejorar las prácticas de construcción de la industria (McKinsey Global Institute, 2017; Wang *et al.*, 2018).

Arditi *et al.* (2017) observó que además de la existencia del retraso, la severidad de este variaba según la región. Por ejemplo, en Estados Unidos en promedio los proyectos presentan 35 meses de retraso, mientras en la India llegan a un tiempo de 261 meses de demora, según el autor más allá de ser la primera una nación desarrollada y la segunda una en vía de desarrollo, es la cultura organizacional de las compañías y los individuos que la integra, la que juega un papel fundamental debido a que esta influye en el enfoque del administrador al momento de tomar decisiones, establecer canales de comunicación y su capacidad de adaptarse al cambio. Aunque, reconoce que los retrasos se pueden originar de múltiples fuentes

y los tiempos de construcción se pueden ver afectados por eventos inesperados la forma en la que el administrador aborda estas demoras es la que determinara el nivel de afectación que el factor puede generar en el proyecto. Para el autor reducir los retrasos en los proyectos de construcción incrementaría efectivamente la productividad del sector y, por ende, afectaría positivamente la economía de una nación.

Los retrasos tienen la capacidad de reducir los beneficios, crear altos costos y serios problemas entre los participantes del proyecto como son la extensión del tiempo de trabajo, suspensión de las tareas, pérdida de productividad, reclamos, disputas, abandono o terminación de los contratos rompiendo en algunos casos relaciones comerciales dada la insatisfacción o desconfianza de las partes involucradas. Por ello, es esencial para todos los grupos participantes que los retrasos y sus efectos sean reducidos (Arditi & Pattanakitchamroon, 2006; Aziz, 2013; Faridi & El-Sayegh, 2006). Aunque, es claro que un proyecto involucra diferentes grupos de interés que cuentan con distinto niveles de experiencia, sistema de valores y resultados esperados, los cuales deben ser adecuadamente evaluados y comprendidos para evitar el fracaso del proyecto (Ansah & Sorooshian, 2018; Aziz, 2013; Mpofu et al., 2017). Por ejemplo, para el cliente el retraso significa pérdidas de ingresos por la falta de las instalaciones de producción y renta de los espacios. Mientras para el contratista, el retraso implica mayores costo debido a un prolongado periodo de los trabajos, incremento en el costo de los materiales por la inflación y pagos a proveedores (Assaf & Al-Hejji, 2006; Doloi, 2013).

Por otro lado, un contratista busca principalmente la maximización de sus ganancias para aumentar su participación en el mercado. Para ello, antes de realizar una oferta por los trabajos debe identificar los factores que directa o indirectamente, afectaran la duración del proyecto. Esto establecerá un punto de referencia con el cual el contratista se comparará y determinará su nivel de productividad. La capacidad de la organización de evaluar satisfactoriamente su desempeño en la ejecución de las actividades junto al de su estructura organizacional, se puede considerar que está sujeta a la facilidad con la que fluyan las tareas y la capacidad de integración entre los distintos equipos para dar cumplimiento a los tiempos establecidos (Aziz, 2013; Kumaraswamy & Chan, 1998). Esta estimación realística del tiempo necesario para ejecución de los trabajos refleja la capacidad del contratista para organizar y controlar las operaciones en sitio, ubicación de los recursos y regular el flujo de la información entre los subcontratistas, diseñadores y clientes, implicando no sólo considerar los factores técnicos del proyecto sino además los administrativos (Agyekum-Mensah & Knight, 2017; D. W. M. Chan & Kumaraswamy, 2001).

2.3.1 ESTUDIOS PREVIOS

En la literatura se pueden observar diferentes investigaciones relacionadas a los factores de retraso en los proyectos de construcción desde la perspectiva de tiempo, costo, calidad, participantes, clima, etc., (Assaf & Al-Hejji, 2006; Ballesteros-Pérez et al., 2015; Dissanayaka & Kumaraswamy, 1999; Iyer & Jha, 2005; Kaming et al., 1997; Kazaz et al., 2012; Rachid et al., 2018), pero debido a la complejidad de los proyectos y el gran número de variables y participantes no existe una solución efectiva para su control (Tafazzoli & Shrestha, 2017). En su estudio sobre los casos

de retraso en Hong Kong, Chan y Kumaraswamy (1997; 2001) determinaron las principales razones para los retrasos desde la perspectiva de cada uno de los stakeholders y el tipo de proyecto en ejecución –construcción civil, edificios, residencias, etc.—, con el objetivo de proveer estrategias que minimizaran los retrasos al incorporarlos en un modelo de predicción del tiempo de construcción de los proyectos. Las causas más comunes fueron: poca supervisión y administración en sitio, condiciones del terreno inesperadas, lentitud en la toma de decisiones involucrando todos los participantes del proyecto, variaciones iniciadas por el cliente, variaciones necesarias del trabajo. Aunque, en los diferentes estudios realizados por los autores se identificaron las causas de los retrasos en los distintos tipos de proyectos, los investigadores se limitaron a presentar recomendaciones o como lo definen “estrategias” de cómo enfrentar los retrasos desde un enfoque en las tecnologías y metodologías administrativas, el cual consideran un modelo apropiado para la estimación del tiempo de los trabajos, pero si una validación en campo que permita su generalización. Adicionalmente, los autores no lograron evaluar la relación existente entre los distintos factores de retraso y la posibilidad de que la aparición de uno de estos propicie la existencia de otros.

Igualmente Odeh y Battaineh (2002), a través de una encuesta a más de 100 contratista de grandes proyectos identificó las causas más importantes de retraso en Jordania como interferencia del propietario, inadecuada experiencia del contratista, financiamientos y pagos, productividad laboral, y lenta toma de decisiones. Odeh observo que con la adjudicación del proyecto por medio de un contrato tradicional que valora más al oferente menos costoso, era más evidente la aparición

de los retrasos. Por su parte Kumaraswamy y Chan (1998), quienes identificaron 83 factores en su estudio, consideran que la búsqueda del mejoramiento continuo de la productividad por medio del balance de las prioridades particulares, capacidades y motivaciones de los participantes del proyecto es un enfoque que permite el control de los retrasos, dado que se logra identificar las posibles interacciones entre los factores que afectan la productividad. Aunque, es preciso señalar que para una correcta identificación de las causas es necesario evitar o saber diferenciar el posible sesgo con que pueden contar los participantes a la hora de dar una respuesta, puesto que podrían culpar otros grupos integrantes del proyecto para la búsqueda de compensaciones o evitar la culpa sin llegar a presentar las causas reales del retraso.

Basado en una encuesta para determinar los factores significativos que retrasan los proyectos de construcción en Malasia, Memon *et al.* (2014) pudo observar que la mayoría de los participantes consideraban que los retrasos son causados esencialmente por el contratista –cinco de los diez principales factores de retrasos tienen relación con este-, siendo el más importante las dificultades financieras y de flujo de caja que este integrante afronta. A pesar de esto, y de la evidente necesidad de conocer desde la perspectiva del contratista el porqué de estas demoras, la investigación se centra en presentar sus resultados desde el punto de vista del cliente e interventor, y evade la responsabilidad de estos sobre las demoras. Es necesario resaltar que, aunque se mencionan factores relacionados con el cliente como sus dificultades financieras, y al interventor como demora en la aprobación de los planos, Memon limita su investigación al no presentar como estos propician o influyen

en la aparición de los principales factores de retraso experimentados por el contratista. Esto evidencia la necesidad de una comprensión clara de las responsabilidades compartidas de los individuos dentro del proyecto para una efectiva administración, al ser evidente que los errores, demoras y omisiones de un grupo afectan negativamente al otro a tal punto, como es presentado en este ejemplo, que las demoras son percibidas como de responsabilidad exclusiva de uno de los actores, además del evidente sesgo al presentar las causas de retraso.

Faridi y El-Sayegh (2006) determinaron 44 causas de retraso en la literatura, los cuales fueron evaluados en un cuestionario distribuido en la industria para conocer la perspectiva del interventor y contratista frente al retraso. Su investigación concluyó que la principal causa de demora es la aprobación de los planos por parte del interventor y diseñador en UAE donde más del 50 por ciento de los proyectos no son completados a tiempo. Asimismo en Egipto, Aziz (2013) estableció un ranking de los 99 factores que encontró en la literatura agrupándolos en categorías como relacionadas al proyecto, cliente, interventor, contratista, etc. A los participantes de la encuesta les fue solicitado evaluar la severidad con la que cada factor afectaba la construcción de los proyectos según su experiencia, la demora en los pagos por parte del cliente y la corrupción son los factores que los principales stakeholders consideran relevantes para la existencia de retrasos.

Doloi (2013) quien en su estudio intentó comprender la importancia percibida de los atributos claves para el cumplimiento de los objetivos de desempeño económico en el proyecto entre los tres principales stakeholders en Australia, considera que la estimación adecuada de los costos en las etapas iniciales del proyecto como

la de diseño junto con la habilidad de administrar estos costo durante la etapa de construcción son indispensables para el éxito del proyecto. Aunque se debe considerar que a medida que la complejidad del alcance de los trabajos aumenta, la habilidad del administrador para controlar los distintos aspectos técnicos, presupuestales y relacionales del proyecto disminuye. Por consiguiente, sugiere que un robusto control de los procedimientos, una adecuada programación con un eficiente diseño y una efectiva administración en sitio son los factores críticos que un administrador debe considerar.

Para el contexto colombiano Quintero Ocampo (2017), evaluó los factores sociales y culturales que inciden en el desempeño de la mano de obra en los proyectos de construcción comercial en Medellín, y cómo el fenómeno migratorio experimentado en la ciudad ha influenciado la productividad de la industria. En su investigación pudo observar el alto grado de informalidad, falta de destreza y capacitación entre el personal de la obra que lleva a la realización de tareas de forma artesanal, aunque se ha buscado la implementación de nuevas tecnologías su alcance ha sido limitado y los trabajadores deben pasar mayores tiempos en obra para la ejecución de las actividades siendo esto uno de los principales factores que afecta la productividad en el sector. La autora pudo determinar que la mayoría de los trabajadores provienen de fenómenos migratorios -un 64.2% de los participantes del proyecto- con urgencia de medios laborales para suplir sus necesidades básicas y resalta como una correcta planeación y organización de los recursos juega un papel fundamental para el logro de los objetivos. Es evidente la necesidad de capacitación del personal de la obra y las oportunidades de formalización laboral que la

industria ofrece, sin embargo, es imposible pasar por alto la relación que se presenta entre el trabajador y los empleadores donde los primeros se sienten conformes con los salarios logrados debido a las bajas remuneraciones obtenidas en sus anteriores oficios, pero resaltan que existe un mal trato o indiferencia por parte de los segundos -las personas en niveles superiores- a tal punto que se consideran un material más de la obra. Esto lleva a cuestionar los posibles efectos sociales que pueden existir en la obra donde la baja moral y motivación de los trabajadores puede afectar la calidad de los trabajos, y posiblemente ser una causa de retraso (Aziz, 2013; Tafazzoli & Shrestha, 2017). Por lo tanto, es necesario poner en consideración como factor de retraso el cumplimiento o no de los objetivos de productividad de la mano de obra en la industria de la construcción colombiana.

Como se puede observar, la identificación de los factores de retraso en los proyectos de construcción civil ha sido ampliamente estudiada por varios autores desde diferentes perspectivas de análisis (Al-Momani, 2000; Choong Kog, 2018; Duy Nguyen et al., 2004; Enshassi et al., 2009; P. González et al., 2014; Kadry et al., 2017; Meng, 2012; Shahsavand et al., 2018). Una razón para esta variedad de puntos de vista es la gran cantidad de variables a considerar en un proyecto, las cuales pueden ser influenciadas de diversas formas por los distintos stakeholders. Por esa razón, para muchos investigadores estos diversos estudios han sido insuficientes para brindar una respuesta práctica al fenómeno recurrente de los retrasos, como lo expresa Mpofu *et al.* (2017, p. 346) “*la persistencia del problema demanda que se mantenga una búsqueda incesante de soluciones*”.

No obstante, para el caso particular de la identificación de los factores de retrasos en el subsector de la industria de la construcción de las instalaciones eléctricas, el número de investigaciones realizadas es limitado y está enfocada esencialmente a la planeación de las actividades antes de la construcción sin una consideración en profundidad de los desafíos que enfrenta el sector, como son sus factores de retraso (Chiu & Lai, 2017). Dejando de lado, el considerar los trabajos eléctricos como una actividad esencial que influencia la terminación del proyecto a tiempo en todo su ciclo de vida, debido a la gran cantidad de tareas que comprende, las cuales por su grado de complejidad, especialización e interdependencia necesitan de la coordinación adecuada entre todas las partes involucradas en el proyecto, verificación de entidades regulatorias, cumplimiento de normatividades y trámites en tiempos oportunos con el operador de red para que la edificación obtenga los permisos de operación y energización, por tal motivo las actividades tienen poco margen para el error, variaciones u otros problemas (Chiu & Lai, 2017; Codensa, 2012; Horman et al., 2006; Menches & Hanna, 2006).

Horman *et al.* (2006) o Menches y Hanna (2006), quienes establecen modelos de planeación secuencial de los trabajos eléctricos, tiene como objetivo determinar la secuencia óptima de trabajo identificando los elementos claves que puedan determinar el orden y los pasos necesarios para completar el trabajo. Aunque, los autores buscan mejorar la eficiencia en los trabajos por medio de la identificación de dichos pasos claves para una secuencia productiva de actividades, sus aportes prácticos son limitados. Por ejemplo, en el modelo propuesto por Menches y Hanna (2006) no se tiene en consideración la participación del cliente, ni alternativas para

afrontar los tiempos impuestos por el contratista principal, los stakeholders externos y la relación con otros grupos de trabajo para completar el proyecto a tiempo. La principal crítica que se puede realizar es la de referir que el éxito del proyecto recae solamente en las manos del contratista eléctrico y no reconocer que este hace parte de un ecosistema más grande.

Aunque, es de resaltar el trabajo realizado por Hanna, Russell, Nordheim *et al.* (1999) sobre el impacto de los cambios de ordenes en la eficiencia laborar dentro de los proyectos de construcción eléctrica para identificar efectos adversos de esta práctica en el desarrollo de los trabajos como son la considerable disminución de la productividad y eficiencia de las actividades por reprocesos, correcciones o modificaciones a los trabajos realizados que incrementan los costos, requieren una constante re planeación del alcance contratado, solicitud y verificación de la disponibilidad de los materiales, dificultad para determinar las compensaciones necesarias y pérdida de eficiencia al no tener una secuencia clara de actividades. Como el mismo documento lo presenta, está investigación cuantifico el impacto de los cambios de ordenes en proyectos eléctricos a un nivel general al final de la obra, haciendo que la investigación sea útil para tener un registro de las lecciones aprendidas en el proyecto donde se pueda saber que se debe o no hacer en futuros trabajos. Pero durante la etapa de ejecución, tiempo en que el administrador tiene la capacidad de redireccionar la obra para mitigar o eliminar posibles efectos adversos los autores no logra presentar formas de poder considerar los esfuerzos adicionales necesarios, y sus relaciones con otras actividades del proyecto que permita identificar posibles causas de retraso e incremento en los costos. No obstante, es importante mencionar

que los autores Hanna, Russell, Nordheim *et al.* (1999) lograron presentar como resultado de su trabajo un alto grado de correlación entre los cambios de ordenes y la existencia de extensiones de tiempo o retrasos que llevan a una disminución considerable de la productividad de los trabajadores.

Ntshangase y Tuan (2019) identifico veinte y seis factores de retraso y evaluó las relaciones existentes entre estos en los proyectos de distribución eléctrica en Sudáfrica empleando inicialmente una encuesta para la confirmación de los hallazgos que permitirá ser la base para la creación de un modelo inspirado en la metodología de administración interactiva. En los resultados obtenidos pudo observar que las demoras están influenciadas principalmente por una pobre comunicación entre las partes, poca planeación de las actividades y la inapropiada programación del proyecto. Por su parte Chiu y Lai (2017) en los proyectos de construcción de edificaciones en Hong Kong, identificaron 56 factores de claves para las instalaciones eléctricas agrupándolos en 10 categorías y evaluó la percepción del cliente, contratistas e interventor en las demoras de la cual obtuvo que los tres grupos están de acuerdo en considerar como la insuficiente fuerza laboral, la lenta toma de decisiones por parte del cliente y el contratista eléctrico inexperto como las tres principales causas de retraso.

2.3.2 CARACTERIZACIÓN DE LOS FACTORES DE RETRASO

En la revisión de literatura se consideraron 60 documentos referentes a los proyectos de construcción con el objetivo de comprender las implicaciones, relaciones y causas de las demoras. La Tabla II muestra un resumen de las investigaciones

-treinta y cinco en total- directamente vinculadas a los factores de retrasos en los últimos 23 años en 25 países, con su caracterización; con la finalidad de establecer un listado inicial con los factores caracterizados más importantes para los autores y sus evidencias en la industria. Las cinco causas más recurrentes para estos autores en el sector de la construcción son cambios de diseño o cambios ordenados por el cliente durante la ejecución de las actividades que por lo general ocasionan reprocesos, nuevos alcances o ajustes; pobre productividad laboral o desempeño del contratista; pobre administración y supervisión en sitio; falta de experiencia, destrezas o competencias entre los stakeholders; y problemas financieros. Por otro lado, los menos comunes son la lenta inspección de calidad de los trabajos y especificaciones, la selección basada en el precio más económico y sobornos, las condiciones climáticas y geológicas no previstas.

Aunque en la presente investigación son evidente las similitudes existentes entre los distintos documentos al momento de presentar los factores más importantes, es de resaltar las diferencias percibidas entre el grupo de países desarrollados y los que están en vías de desarrollo donde la mayor discrepancia observada radica en que para los primeros los aspectos administrativos juegan un papel relevante en la existencia de los retrasos como es la falta de comunicación entre las partes. Mientras que para los segundos, los aspectos económicos como el retraso en los pagos al contratista por parte del cliente o los problemas financieros de los participantes son los aspectos fundamentales que sin un debido control imposibilitan la entrega del proyecto a tiempo. Estas discrepancias son abordadas por autores como Agyekum-Mensah y Knight (2017) y Amusan *et al.* (2017) quienes evidencia como en los

países desarrollados las causas de retraso esta enfocadas a las experiencias administrativas y las competencias con que los participantes cuentan, mientras que para los segundos se enfocan en aspectos económicos u operativos como la cadena de suministros.

Ciertamente es posible considerar que los países desarrollados y en vía de desarrollo se encuentran en distintas regiones y por tal motivo existan diferencias en los retrasos que experimentan. No obstante, como se observa en la tabla II, incluso para países en una misma región y grupo llegan a existir diferencias considerables. Tomando como punto de comparación el trabajo realizado por Larsen *et al.* (2016) en Dinamarca y Zidane y Andersen (2018) en Noruega los cuales están en una misma región, se puede observar que los factores más importantes del primero son los problemas financieros, retraso en la aprobación de los diseños y duración del contrato poco realista, pero para el segundo los resultados presentados muestran que son los cambios de diseño u ordenes generados por el cliente, la escasez de materiales y equipos, y la lenta toma de decisiones. Aunque, existen similitudes en factores como la pobre planeación y programación de las actividades y la lenta inspección de calidad de los trabajos, las diferencias son mayores. Lo que permite cuestionar si es posible generalizar las herramientas necesarias para enfrentar la problemática recurrente de los retrasos en una misma región llevándolas de un país a otro o si es necesario realizar un estudio de forma particular para cada país.

Tabla II
Principales factores de retraso en la literatura y su caracterización

Autor	País	Condición climática	Condición geológica no prevista	Cambios de diseño/ Cambios ordenados por el cliente	Escasez de equipos o tecnologías adecuadas	Pobre productividad laboral/ Escasez laboral/ Pobre desempeño del contratista	Retraso en pagos a contratistas por cliente (Retraso general de pagos)	Pobre administración y supervisión en	Lento proceso de toma de decisiones	Duración y alcance del contrato poco	Falta de comunicación entre las partes	Falta de experiencia/ destrezas/ competencia entre los stakeholders	Pobre planeación y programación	Retraso en diseño, aprobación y errores	Escasez de material	Problemas financieros	Falta de coordinación y existencia de conflicto entre los stakeholders	Selección basada en precio más económicos/ pobre especificaciones del contrato/	Lenta inspección de calidad
Kaming (1997)	Indonesia			x		x						x							
Chan (1997)	Hong Kong		x	x				x	x			x							
Kumaraswamy (1998)	Hong Kong		x					x	x	x				x					
Dissanayaka (1999)	Hong Kong		x	x															
Al-Momani (2000)	Jordania	x	x	x												x			
Odeh (2002)	Jordania			x		x	x	x	x										
Duy (2004)	Vietnam				x	x							x						
Lo (2006)	Hong Kong		x							x			x			x			x
Assaf (2006)	Arabia Saudita			x			x	x											
Faridi (2006)	UAE					x		x	x				x						
Alaghbari (2007)	Malasia							x	x				x	x	x				x
Sambasivan (2007)	Malasia						x	x					x				x		
Swis (2008)	Jordania			x		x							x			x			
Enchasi (2009)	Palestina													x					
Kassa (2012)	Turquía			x		x	x									x			
Doloi (2013)	Australia							x					x						
Aziz (2013)	Egipto				x			x								x			
Memon (2014)	Malasia			x		x	x	x					x			x			x
Ballesteros (2015)	Chile	x																	
Arantes (2016)	Portugal			x					x	x						x			x
Larsen (2016)	Dinamarca									x				x		x			x
Chiu (2017)	Hong Kong			x		x		x	x		x								
Amusan (2017)	Nigeria			x			x						x						
Mpofu (2017)	UAE			x		x		x	x	x			x	x					
Tafazzoli (2017)	Estados Unidos			x		x		x	x		x			x					
Aggelou-Mensah (2017)	Reino Unido					x	x	x	x	x	x		x	x		x			
Rachid (2018)	Algeria			x			x	x	x										
Shahsavand (2018)	Iran		x	x		x							x	x	x				
Zidane (2018)*	Noruega			x		x	x	x					x	x	x				
Zidane (2018)**	Noruega			x		x		x					x	x			x		x
Prasad (2018)	India			x			x									x			
Ntshangase (2018)	Sudáfrica												x			x			
Habibi (2018)*	Estados Unidos	x		x		x		x	x							x			
Hussain (2018)	Pakistan	x					x							x		x			x
Wang (2018)	China			x		x													x
Durdyev (2019)*	Nueva Zelanda	x			x	x	x	x					x		x	x	x		
Frecuencia		5	6	21	6	17	13	17	12	7	7	18	16	10	7	17	6	5	3

*Revisión de literatura

**Caso de estudio de la industria en Noruega

Pero incluso en estudios llevados a cabo en un mismo país o ciudad se evidencian diferentes factores de retrasos. Por ejemplo, existen cinco estudios realizados en Hong Kong de autores como Chan y Kumaraswamy (1997), Kumaraswamy y Chan (1998), Dissanayaka y Kumaraswamy (1999), Lo *et al.* (2006) y Chiu y Lai (2017), cuyos factores más importantes se puede observar en la tabla II. Aunque, existe un acuerdo entre los autores en factores como las condiciones geológicas no prevista o la influencia que tiene los cambios de diseño o de ordenes por parte de cliente en la entrega de los trabajos, el desacuerdo entre ellos es notable y pueden ser debido al momento en el que se realizaron los estudios, dificultando las posibilidades de generalizar los hallazgos realizados de forma que se puedan obtener soluciones prácticas. Entrando en cuestión el enfoque en que los autores realizaron sus observaciones, los cambios culturales, económicos experimentados en la ciudad, nuevas tecnologías o metodologías administrativas implementadas por las empresas que pueden estar influenciando los resultados.

Dada la gran variedad de conclusiones a las que llegan los distintos autores es necesaria una comprensión adecuada del problema según el contexto en el que se aborde. Como lo indica Long *et al.* (2004), quien está de acuerdo en que se deben estudiar los factores para una región o país específico, es posible agrupar los factores de tal forma que sus similitudes permitan al administrador beneficiarse de las experiencias de otros, al generalizar que los administradores se enfrenta a problemas similares independientemente del contexto, y que estos son principalmente causados por los sistemas administrativos ya establecidos y las personas que los integran, más que por problemas técnicos del proyecto. A pesar del crecimiento en

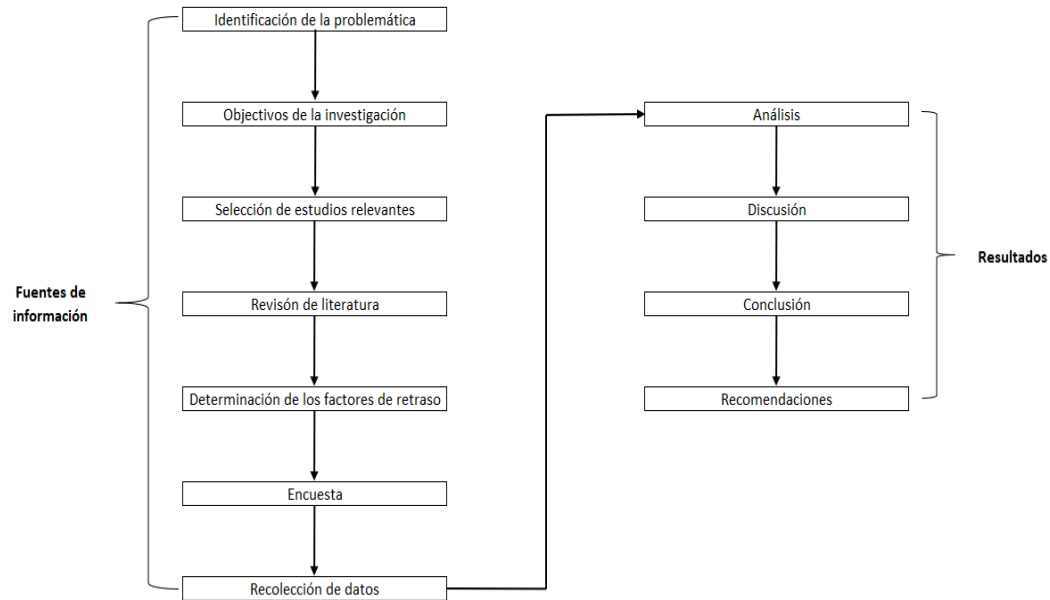
el número de investigaciones realizadas en los últimos años a causa, principalmente de la crisis financiera de 2008, se logra observar en la tabla II que muchos de los factores de retraso son persistentes durante este tiempo, mostrando que es un problema global recurrente que aqueja, con algunas diferencias, tanto a países desarrollados como en vías de desarrollo.

3. METODOLOGÍA DE RECOLECCIÓN DE DATOS

El objetivo primordial establecido para esta investigación es el de identificar los factores de retraso en los proyectos de construcción de instalaciones eléctricas y la relación existente entre éstas causas desde el punto de vista de tres de los principales integrantes del proyecto – cliente, interventor y contratista-. Con este fin, se estableció un proceso de revisión sistemática de literatura del cual obtener una clara comprensión del estado de arte de las causas de retraso en la industria de la construcción. En total 379 artículos fueron identificados en cuatro bases de datos: Scopus, Science Direct, Emerald e IEEE. A primera vista varios de los documentos obtenidos no eran relevantes para la investigación, por lo que se realizó un proceso de filtrado de la información como el adelantado por Zidane y Andersen (2018) y Durdyev y Hosseini (2019). Inicialmente, se descartaron las publicaciones que no tuvieran las palabras claves mencionadas en sus títulos, y resúmenes. Posteriormente, se realizó una breve revisión del contenido para evaluar su relación con los factores de retraso resultado en 60 investigación para un análisis detallado. En la figura 1 se observa el enfoque con el que se adelantó la investigación.

Como consecuencia de esta revisión de literatura 121 factores de retraso fueron identificados (Anexo B). Por esta cantidad, se realizó un primer filtrado aplicando la metodología desarrollada por Derakhshanfar *et al.* (2019), quien estableció una terminología y taxonomía para los retrasos, eliminando conceptos repetidos, ambiguos o que estaban contenidos en otros factores, para después realizar un ranking cuyo criterio fuera la frecuencia de aparición de estas causas en los distintos estudios considerados.

Figura 1. Enfoque metodológico



Fuente: Elaboración propia basado en Aziz (2013).

Para este punto de la investigación los factores potenciales identificados -24 en total (Anexo B)- fueron agrupados según lo propuesto por Assaf y Al-Hejji (2006), Aziz (2013), Chiu y Lai (2017) y Chan y Kumaraswamy (1997), quienes trabajan las siguientes agrupaciones relacionadas con: el cliente, el interventor, el contratista, el diseñador, los materiales, el proyecto, las herramientas, el entorno externo y el entorno laboral. Pero considerando la posibilidad de que la tasa de respuesta sea baja si los participantes deben responder 24 preguntas junto a su frecuencia de ocurrencia y severidad, se procedió a realizar entrevistas con dos profesores en el área de las instalaciones eléctricas de la Universidad Nacional de Colombia el Ing. Juan Antonio Díaz y el Ing. Juan Diego Arias, con quienes se validaría los factores de retrasos encontrados en la revisión documental con la finalidad de conocer si son pertinentes o no para el contexto colombiano y establecer si habría necesidad de modificarlos, eliminarlos o adicionar otros.

A la invitación a participar sólo respondió uno de los profesores, pero por la necesidad de contar con validación de la pertinencia de los factores de modo general para el sector de la construcción en Colombia se decide realizar un cambio en la estrategia de recolección de dicha información seleccionando, adicionalmente, 3 profesionales con experiencia en la industria. De esta forma se depuró la lista dejando 14 factores de retraso – Tabla III– y una pregunta abierta donde los participantes tendrán la posibilidad de adicionar el factor no identificado anteriormente que consideren se debe tener en cuenta.

Tabla III.

Factores de retraso para la presente investigación

Categoría	Factor ID.	Descripción del factor de retraso
Cliente	C01	Cambio del alcancé del proyecto, de diseño, o cambio de ordenes por parte del cliente.
Cliente	C02	Dificultades financieras del cliente o propietario /Retraso en el pago a los contratistas.
Cliente	C03	Lento proceso de toma de decisiones en la aprobación de materiales, planos, trabajos, y modificaciones por parte del cliente
Contratista	CT01	Errores de construcción y reproceso de las actividades, baja productividad en la ejecución de las actividades o en el uso de las herramientas.
Contratista	CT02	Poca administración y supervisión en sitio por parte del contratista
Diseñador	D01	Retrasos causados por problemas de diseño (Documentos o planos incompletos, con errores, inapropiados o con falta de detalle)
Factores Externos	FE01	Corrupción, prácticas fraudulentas o sobornos / selección y asignación del proyecto basada en el precio más económico
Herramientas	H01	Escasez de equipos o herramientas durante la ejecución de las actividades / Uso de tecnologías obsoletas
Interventor	IN01	Lentitud en la inspección de calidad de los trabajos realizados por parte del interventor o cliente. Lentitud del interventor en aprobaciones de diseños, cambios y aceptación de los trabajos
Laboral	L01	Falta de experiencia, habilidades o competencias entre los integrantes del proyecto / Falta de trabajadores calificados
Material	M01	Escasez de material, retrasos en la entrega, fabricación o importación
Proyecto	P01	Poca planeación y programación de las actividades por parte de los participantes. Por Ejemplo: demoras en la expedición de los certificados de cumplimiento de la regulación de las instalaciones eléctricas.
Proyecto	P02	Escasa comunicación, coordinación y existencia de conflicto entre los integrantes del proyecto.
Proyecto	P03	Agresiva o ajustada programación para la ejecución de las actividades / Duración impuesta en el contrato poco realista para el proyecto

Fuente: Elaboración propia basada en la revisión de literatura.

Se diseñó una encuesta cuantitativa con los factores de la tabla III con el objetivo de obtener la información necesaria que permita evaluar la importancia de las causas de retraso por parte de los integrantes del proyecto, la cual fue distribuida

através de la plataforma Survey Monkey. Este método es empleado por autores como Alaghbari *et al.* (2007), Kazaz *et al.* (2012), Arantes *et al.* (2016), Larsen *et al.* (2016), Chan y Kumaraswamy (2001), Wang *et al.* (2018) y Chiu y Lai (2017). Junto al factor en mención, a los consultados se les solicitó valorar la frecuencia de ocurrencia del retraso dentro del proyecto y la severidad con la que este afecta el tiempo del mismo. Con este fin, se estableció una escala Likert de cinco puntos de la siguiente manera:

- *Frecuencia de ocurrencia:* 1-Nunca, 2-Raramente, 3-Ocasional, 4-Muy frecuente, 5- Siempre.
- *Severidad:* 1-Baja, 2-Ligera, 3-Moderada, 4-Alta, 5-Extremadamente alta.

La población objetivo está conformada por clientes, interventores y contratistas pertenecientes a la Asociación de Ingenieros Electricistas y Electrónicos de la Universidad Nacional, personal que tiene como línea base la ingeniería eléctrica y se desempeña en uno o varios de los roles (stakeholders) involucrados en el desarrollo de los proyectos de instalaciones eléctricas. Los participantes basaron sus respuestas en las construcciones de edificaciones completadas entre el 2017 y 2019.

Posteriormente, se analizan los datos recolectados. Particularmente, el análisis inicial estará centrado en cada uno de los stakeholders, sus percepciones de importancia y severidad del retraso con respecto al tiempo, analizado por medio del índice de importancia usado por autores como Sambasivan y Soon (2007), Dissa-

nayaka y Kumaraswamy (1999), Kumaraswamy y Chan (1998), Chan y Kumaraswamy (1997), y Aziz (2013). Se continuará con un análisis que permita conocer los factores de retrasos más importantes para el contexto colombiano, para lo que se utilizará el coeficiente de correlación para determinar el nivel de acuerdo entre los diferentes grupos sobre los factores encontrados. Este método es utilizado por autores como Chiu y Lai (2017), Sambasivan y Soon (2007), y Assaf y Al-Hejji (2006).

4. ANÁLISIS DE DATOS Y DISCUSIÓN

Tomando como referencia a Chiu y Lai (2017) y Assaf (2006) para el análisis de los datos recolectados se utilizaron los siguientes índices:

- *Índice de frecuencia de ocurrencia (I_f)*: Establece un ranking de la frecuencia de ocurrencia de las causas de retrasos según los participantes. Fórmula (1).
- *Índice de severidad (I_s)*: Establece un ranking de severidad de las causas de retrasos desde el punto de vista de los participantes. Fórmula (2).
- *Índice de importancia (I_M)*: Establece un ranking de las causas de retrasos calculado en función del índice de frecuencia y severidad. Fórmula (3).

$$I_F = \frac{\sum_{i=1}^R i \times n_{F,i}}{R \times N} \quad (1)$$

$$I_S = \frac{\sum_{i=1}^R i \times n_{S,i}}{R \times N} \quad (2)$$

$$I_M = I_F \times I_S \quad (3)$$

Donde,

- $n_{F,i}$ Número de respuestas del índice de frecuencia para cada factor
- $n_{S,i}$ Número de respuestas del índice de frecuencia para cada factor
- i Valor establecido en la escala de Likert que va de 1 a 5 para el índice de severidad y frecuencia de ocurrencia
- R Constante cuyo valor establecido es el máximo de la escala de Likert $R=5$
- N Número total de respuestas

Con el fin de conocer el nivel de concordancia entre los distintos grupos consultados se utiliza el coeficiente de correlación, en específico el rango de correlación de Spearman definido en la fórmula (4), que analiza la fortaleza de la relación existente entre dos juegos de rangos y permite conocer la estructura de causa y efecto entre los stakeholders analizados (Chiu & Lai, 2017; Faridi & El-Sayegh, 2006).

$$r_{s'} = 1 - \left[\frac{(6 \sum d^2)}{(n^3 - n)} \right] \quad (4)$$

Donde,

$r_{s'}$ Coeficiente de rango de correlación de Spearman

d Diferencia del rango entre dos grupos analizados al mismo tiempo, es decir, cliente-contratista, cliente-interventor, y contratista-interventor.

n Número de variables (causas) = 14.

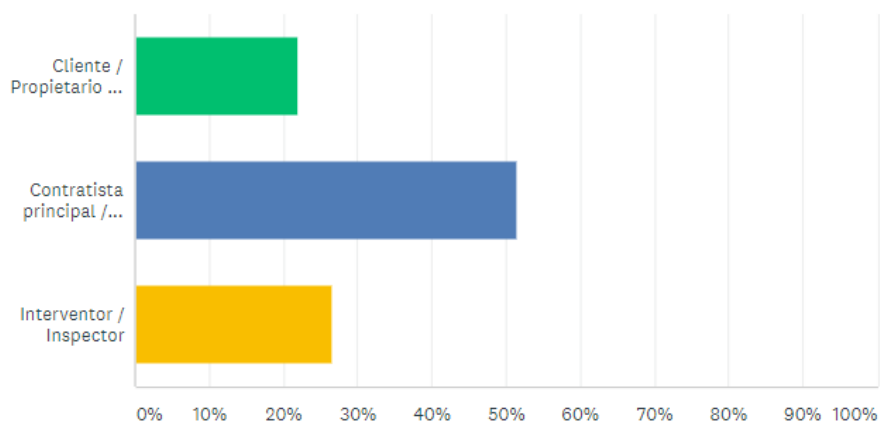
El coeficiente de correlación varía entre -1 y +1, donde el valor de -1 indica una relación perfectamente negativa o de desacuerdo. Por otro lado, el valor de +1 indica una relación perfectamente positiva o de acuerdo. La ventaja de este tipo de prueba es ampliamente analizada por los autores Chiu y Lai (2017), Arantes *et al.* (2016), Faridi y El-Sayegh (2006), Iyer y Jha (2005) y Assaf (2006).

4.1 RESULTADOS

Se obtuvo un total de 206 participantes en la encuesta, de los cuales 136 completaron el cuestionario; obteniéndose así una tasa de respuesta del 69%. De

los 136 encuestados, 30 desempeñaron el rol de clientes, 36 de interventor y 70 de contratista en sus últimos tres proyectos. La figura 2 presenta la distribución poblacional de los tres grupos consultados.

Figura 2. Distribución poblacional

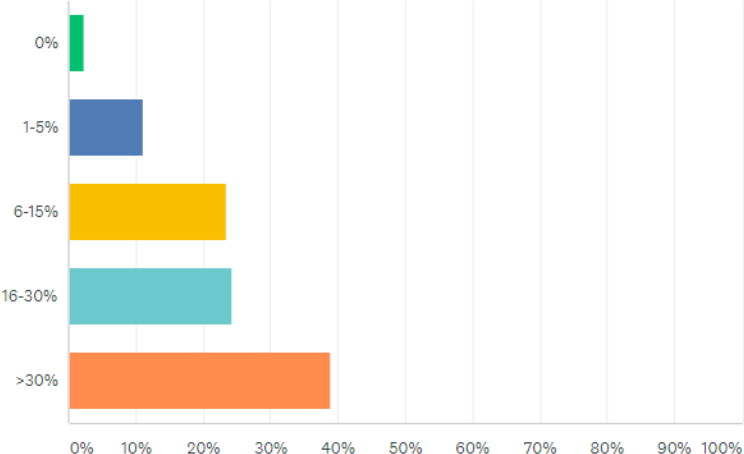


Fuente: Elaboración propia.

A los participantes se les consultó si en su último proyecto, comparado con la duración original establecida, experimentaron retrasos en las actividades. El 39 por ciento de los encuestados indica que experimentaron retrasos por más del 30 por ciento del tiempo original y el 97.8 por ciento informó la existencia de las demoras en sus proyectos como se puede observar en la figura 3. Es necesario resaltar la forma en que los contratistas e interventores han experimentado los retrasos en sus últimos proyectos. Para los primeros, el 46 por ciento de los encuestados respondió que experimentaron retrasos del más del 30 por ciento de la duración original mientras para los segundos, alrededor del 35.2 por ciento afirma lo mismo, como se presenta en la figura 4 y 5 respectivamente. En contraste, el 30 por ciento de los clientes afirma que la mayoría de sus proyectos son entregados con un retraso entre

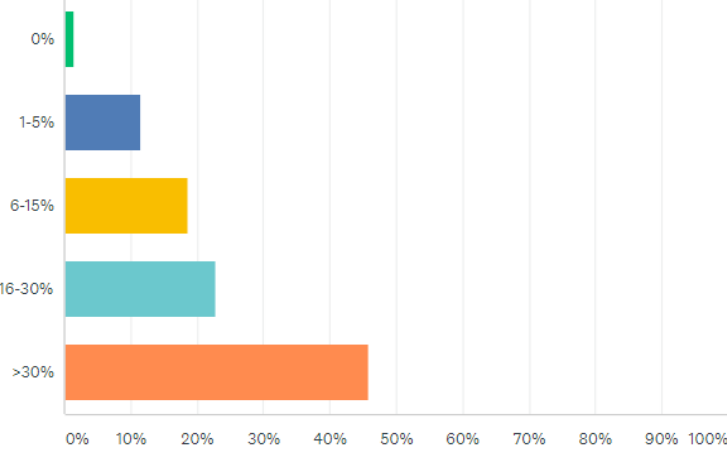
6 y 15 por ciento del tiempo original y sólo dos participantes de este grupo indican que fueron entregados a tiempo como se observa en la figura 6. Esto evidencia que los retrasos son bastante comunes en la industria.

Figura 3. Porcentaje de retrasos en los proyectos para los tres grupos



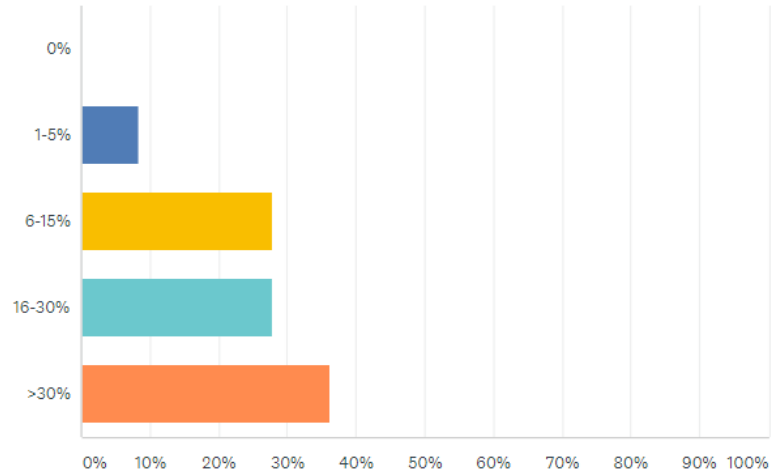
Fuente: Elaboración propia.

Figura 4. Porcentaje de retrasos en los proyectos para los contratistas



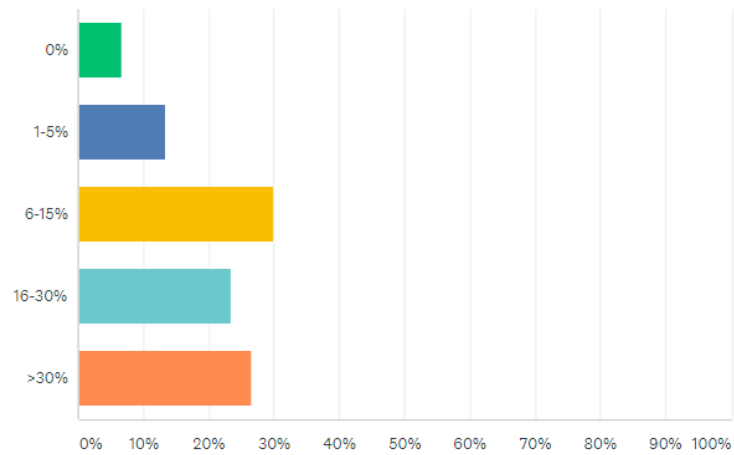
Fuente: Elaboración propia.

Figura 5. Porcentaje de retrasos en los proyectos para los interventores



Fuente: Elaboración propia.

Figura 6. Porcentaje de retrasos en los proyectos para los clientes



Fuente: Elaboración propia.

4.2 RESULTADO GENERAL

A partir de los resultados obtenidos en la encuesta se procede a la estimación de los índices de frecuencia, severidad e importancia para cada factor consultado según el punto de vista de los tres grupos participes. De esta forma se establece el

resultado general de la investigación donde los factores son ranqueados según el índice de importancia estimado como es presentado en la tabla IV.

Tabla IV.

Rango de los factores de retraso según los tres grupos consultados

ID	Descripción del factor de retraso	If	Is	Im	Rango
P03	Agresiva o ajustada programación para la ejecución de las actividades / Duración impuesta en el contrato, poco realista para el proyecto	0.7118	0.7456	0.5307	1
D01	Retrasos causados por problemas de diseño (Documentos o planos incompletos, con errores, inapropiados o con falta de detalle)	0.6412	0.6926	0.4441	2
C01	Cambio del alcance del proyecto, de diseño, o cambio de ordenes por parte del cliente.	0.6338	0.6956	0.4409	3
C03	Lento proceso de toma de decisiones en la aprobación de materiales, planos, trabajos, y modificaciones por parte del cliente	0.6250	0.6809	0.4256	4
P01	Poca planeación y programación de las actividades por parte de los participantes. Ejemplo: demoras en la expedición de los certificados de cumplimiento de la regulación de las instalaciones eléctricas.	0.6353	0.6662	0.4232	5
M01	Escasez de material, retrasos en la entrega, fabricación o importación	0.5926	0.6721	0.3983	6
FE01	Corrupción, prácticas fraudulentas o sobornos / selección y asignación del proyecto basada en el precio más económico	0.5706	0.6676	0.3810	7
C02	Dificultades financieras del cliente o propietario /Retraso en el pago a los contratistas.	0.5647	0.6676	0.3770	8
P02	Escasa comunicación, coordinación y existencia de conflicto entre los integrantes del proyecto.	0.5691	0.6294	0.3582	9
L01	Falta de experiencia, habilidades o competencias entre los integrantes del proyecto / Falta de trabajadores calificados	0.5662	0.6309	0.3572	10
CT01	Errores de construcción y reproceso de las actividades, baja productividad en la ejecución de las actividades o en el uso de las herramientas.	0.5529	0.6441	0.3562	11
CT02	Poca administración y supervisión en sitio por parte del contratista	0.5588	0.6221	0.3476	12
IN01	Lentitud en la inspección de calidad de los trabajos realizados por parte del interventor o cliente. Lentitud del interventor en aprobaciones de diseños, cambios y aceptación de los trabajos	0.5588	0.6103	0.3410	13
H01	Escasez de equipos o herramientas durante la ejecución de las actividades / Uso de tecnologías obsoletas	0.5000	0.5647	0.2824	14

De la tabla IV es posible identificar que para los tres grupos consultados - contratista, interventor y cliente- las cuatro principales causas de retraso en los proyectos de construcción de instalaciones eléctricas en Colombia que requieren especial atención por parte de los profesionales para su control son la *“agresiva o ajustada programación para la ejecución de las actividades/ Duración impuesta en el contrato, poco realista para el proyecto”*, *“Retrasos causados por problemas de diseño (Documentos o planos incompletos, con errores, inapropiados o con falta de*

detalle)”, *“Cambio del alcance del proyecto, de diseño, o cambio de ordenes por parte del cliente.”* y el *“Lento proceso de toma de decisiones en la aprobación de materiales, planos, trabajos, y modificaciones por parte del cliente”*. Aspectos principalmente relacionados al cliente o sus representantes que en conjunto podrían ser la raíz de las demoras en el proyecto. Aunque, también pueden propiciar la existencia de retrasos de tipo concurrente los cuales involucran factores vinculados a otros stakeholders. Situación en la que se dificultaría el determinar qué grupo es responsable directo de la tardanza.

Por ejemplo, debido a la existencia de estos cuatro factores en un proyecto un posible resultado sería la evidencia de una *“Poca planeación y programación de las actividades por parte de los participantes...”* que para los encuestado es el factor número cinco en importancia y que podría causar una *“Escasa comunicación, coordinación y existencia de conflicto entre los integrantes del proyecto.”* -factor número nueve-. Conflictos que dañarían la relación comercial entre los contratistas y el cliente. Confirmando la necesidad del administrador de conocer el origen de los retrasos y comprender como los impactos de estos factores cambian y se desarrollan a lo largo del ciclo de vida del proyecto, con el fin de solucionarlos dirigiéndose específicamente al grupo bajo el cual estos factores están relacionados.

En este punto es preciso señalar que, al momento de realizar una identificación de las causas de retraso, el administrador debe saber diferenciar el posible sesgo con que pueden contar los participantes a la hora de dar una respuesta. Por los distintos motivos que los grupos participantes puedan considerar como es la búsqueda de compensaciones o la de evitar asumir la culpa por los retrasos.

Para los encuestados los factores con menor importancia para el desarrollo de los proyectos de construcción son la *“Lentitud en la inspección de calidad de los trabajos realizados por parte del interventor o cliente. Lentitud del interventor en aprobaciones de diseños, cambios y aceptación de los trabajos”* y *“Escasez de equipos o herramientas durante la ejecución de las actividades / Uso de tecnologías obsoletas”* los cuales son los menos frecuentes de ocurrir y cuya existencia genera una afectación ligeramente negativa en las actividades -tabla IV-.

4.3 CONTRATISTA

Desde la perspectiva de los contratistas, la *“agresiva o ajustada programación para la ejecución de las actividades/ Duración impuesta en el contrato, poco realista para el proyecto”* es el factor más importante de retrasos -tabla V-. Para este grupo, cinco de las seis primeras causas deben su origen a estar relacionadas o en control del cliente y sus representantes.

Para los contratistas los problemas de diseños o del diseñador no cuentan con la misma importancia como causante de las demoras a la hora de desarrollar las actividades como los demás grupos consultados lo consideran. Aunque, si cuestiona el papel que desempeñan los interventores al momento de realizar las inspecciones, aprobaciones y aceptación de los trabajos, debido a que es el único grupo que califica entre los 10 primeros factores de retraso la *“Lentitud en la inspección de calidad de los trabajos realizados por parte del interventor o cliente. Lentitud del interventor en aprobaciones de diseños, cambios y aceptación de los trabajos”*

El factor menos importante para la contratista es la *“Escasez de equipos o herramientas durante la ejecución de las actividades / Uso de tecnologías obsoletas”* la cual es considerada uno de los factores menos frecuentes de ocurrir durante el proyecto.

Tabla V.

Rango de los factores de retraso según el contratista

ID	Descripción del factor de retraso	If	Is	Im	Rango
P03	Agresiva o ajustada programación para la ejecución de las actividades / Duración impuesta en el contrato, poco realista para el proyecto	0.6943	0.7314	0.5078	1
P01	Poca planeación y programación de las actividades por parte de los participantes. Ejemplo: demoras en la expedición de los certificados de cumplimiento de la regulación de las instalaciones eléctricas.	0.6714	0.7114	0.4777	2
C01	Cambio del alcance del proyecto, de diseño, o cambio de ordenes por parte del cliente.	0.6571	0.7257	0.4769	3
C03	Lento proceso de toma de decisiones en la aprobación de materiales, planos, trabajos, y modificaciones por parte del cliente	0.6400	0.6857	0.4389	4
D01	Retrasos causados por problemas de diseño (Documentos o planos incompletos, con errores, inapropiados o con falta de detalle)	0.6314	0.6857	0.4330	5
C02	Dificultades financieras del cliente o propietario /Retraso en el pago a los contratistas.	0.5914	0.7171	0.4241	6
FE01	Corrupción, prácticas fraudulentas o sobornos / selección y asignación del proyecto basada en el precio más económico	0.6000	0.6771	0.4063	7
M01	Escasez de material, retrasos en la entrega, fabricación o importación	0.5800	0.6657	0.3861	8
IN01	Lentitud en la inspección de calidad de los trabajos realizados por parte del interventor o cliente. Lentitud del interventor en aprobaciones de diseños, cambios y aceptación de los trabajos	0.5943	0.6486	0.3854	9
CT01	Errores de construcción y reproceso de las actividades, baja productividad en la ejecución de las actividades o en el uso de las herramientas.	0.5714	0.6457	0.3690	10
P02	Escasa comunicación, coordinación y existencia de conflicto entre los integrantes del proyecto.	0.5686	0.6314	0.3590	11
L01	Falta de experiencia, habilidades o competencias entre los integrantes del proyecto / Falta de trabajadores calificados	0.5571	0.6343	0.3534	12
CT02	Poca administración y supervisión en sitio por parte del contratista	0.5429	0.5971	0.3242	13
H01	Escasez de equipos o herramientas durante la ejecución de las actividades / Uso de tecnologías obsoletas	0.4829	0.5600	0.2704	14

4.4 INTERVENTOR

Para el interventor la *“agresiva o ajustada programación para la ejecución de las actividades/ Duración impuesta en el contrato, poco realista para el proyecto”* y los *“Retrasos causados por problemas de diseño (Documentos o planos incompletos, con errores, inapropiados o con falta de detalle)”*, son la primera y segunda

causa más importante de retraso en los proyectos de instalaciones eléctricas como se presenta en la tabla VI. Además, se observa en esta tabla que para el interventor los problemas más frecuentes y severos son de índole administrativo en especial en el proceso de toma de decisiones y la cultura organizacional de las compañías participantes, más que por problemas técnicos del proyecto. Resultado que está en concordancia con las problemáticas presentadas por los autores Long Duy *et al.* (2004; 2004) y Arditi *et al.* (2017).

Tabla VI.

Rango de los factores de retraso según el interventor

ID	Descripción del factor de retraso	If	Is	Im	Rango
P03	Agresiva o ajustada programación para la ejecución de las actividades / Duración impuesta en el contrato, poco realista para el proyecto	0.7778	0.8111	0.6309	1
D01	Retrasos causados por problemas de diseño (Documentos o planos incompletos, con errores, inapropiados o con falta de detalle)	0.6722	0.7222	0.4855	2
C03	Lento proceso de toma de decisiones en la aprobación de materiales, planos, trabajos, y modificaciones por parte del cliente	0.6611	0.7167	0.4738	3
C01	Cambio del alcance del proyecto, de diseño, o cambio de ordenes por parte del cliente.	0.6278	0.6611	0.4150	4
P01	Poca planeación y programación de las actividades por parte de los participantes. Ejemplo: demoras en la expedición de los certificados de cumplimiento de la regulación de las instalaciones eléctricas.	0.6278	0.6278	0.3941	5
C02	Dificultades financieras del cliente o propietario /Retraso en el pago a los contratistas.	0.5889	0.6333	0.3730	6
M01	Escasez de material, retrasos en la entrega, fabricación o importación	0.5722	0.6222	0.3560	7
FE01	Corrupción, prácticas fraudulentas o sobornos / selección y asignación del proyecto basada en el precio más económico	0.5667	0.6278	0.3557	8
CT02	Poca administración y supervisión en sitio por parte del contratista	0.5611	0.6278	0.3523	9
P02	Escasa comunicación, coordinación y existencia de conflicto entre los integrantes del proyecto.	0.5722	0.6111	0.3497	10
CT01	Errores de construcción y reproceso de las actividades, baja productividad en la ejecución de las actividades o en el uso de las herramientas.	0.5389	0.6389	0.3443	11
L01	Falta de experiencia, habilidades o competencias entre los integrantes del proyecto / Falta de trabajadores calificados	0.5444	0.5889	0.3206	12
IN01	Lentitud en la inspección de calidad de los trabajos realizados por parte del interventor o cliente. Lentitud del interventor en aprobaciones de diseños, cambios y aceptación de los trabajos	0.5222	0.5444	0.2843	13
H01	Escasez de equipos o herramientas durante la ejecución de las actividades / Uso de tecnologías obsoletas	0.5111	0.5389	0.2754	14

Cuatro de los cinco factores más importantes clasificados por el interventor están relacionados directamente con las etapas de iniciación y planeación del ciclo

de vida de los proyectos de construcción, en especial con la fase de diseño e ingeniería. Donde, tanto el diseñador, interventor de diseño y cliente realizan los cronogramas, selección de materiales, especificación de diseños, aprobación de alcancé, planos y presupuesto. Para Mpofu *et al.* (2017), es justamente en esta etapa donde las inversiones de tiempo y dinero que realizan los participantes son bajas pero su influencia en la dirección que tomara el proyecto es alta. Caso contrario sucede cuando se inicia la construcción de las instalaciones donde las inversiones a realizar son muy altas y con poca influencia en el proyecto. Es decir, realizar adiciones o modificaciones de un proyecto durante su construcción requirieren de una inversión muy alta de capital y recursos humanos, pero su relación costo-beneficio no está reflejada en el resultado final de los trabajos. Además, son estos cambios de alcancé o reprocesos los que agravan y propician la existencia de retrasos y sus consecuencias como los conflictos entre los participantes.

4.5 CLIENTE

La tabla VII presenta los resultados de las causas de retraso en los proyectos de construcción de las instalaciones eléctricas desde la perspectiva del cliente. Para este, el factor de mayor importancia es la *“escasez de material, retrasos en la entrega, fabricación o importación”*. Más allá de las claras implicaciones que acarrea la aparición de esta causa, como es la pausa en el desarrollo normal de las actividades por parte del contratista. Su existencia es el resultado de una combinación de problemas administrativos, de toma de decisiones y coordinación entre los participantes.

Tabla VII.*Rango de los factores de retraso según el cliente*

ID	Descripción del factor de retraso	If	Is	Im	Rango
M01	Escasez de material, retrasos en la entrega, fabricación o importación	0.6467	0.7467	0.4828	1
P03	Agresiva o ajustada programación para la ejecución de las actividades / Duración impuesta en el contrato, poco realista para el proyecto	0.6733	0.7000	0.4713	2
D01	Retrasos causados por problemas de diseño (Documentos o planos incompletos, con errores, inapropiados o con falta de detalle)	0.6267	0.6733	0.4220	3
L01	Falta de experiencia, habilidades o competencias entre los integrantes del proyecto / Falta de trabajadores calificados	0.6133	0.6733	0.4130	4
CT02	Poca administración y supervisión en sitio por parte del contratista	0.5933	0.6733	0.3995	5
C01	Cambio del alcance del proyecto, de diseño, o cambio de ordenes por parte del cliente.	0.5867	0.6667	0.3911	6
P02	Escasa comunicación, coordinación y existencia de conflicto entre los integrantes del proyecto.	0.5667	0.6467	0.3664	7
FE01	Corrupción, prácticas fraudulentas o sobornos / selección y asignación del proyecto basada en el precio más económico	0.5067	0.6933	0.3513	8
C03	Lento proceso de toma de decisiones en la aprobación de materiales, planos, trabajos, y modificaciones por parte del cliente	0.5467	0.6267	0.3426	9
CT01	Errores de construcción y reproceso de las actividades, baja productividad en la ejecución de las actividades o en el uso de las herramientas.	0.5267	0.6467	0.3406	10
P01	Poca planeación y programación de las actividades por parte de los participantes. Ejemplo: demoras en la expedición de los certificados de cumplimiento de la regulación de las instalaciones eléctricas.	0.5600	0.6067	0.3397	11
H01	Escasez de equipos o herramientas durante la ejecución de las actividades / Uso de tecnologías obsoletas	0.5267	0.6067	0.3195	12
IN01	Lentitud en la inspección de calidad de los trabajos realizados por parte del interventor o cliente. Lentitud del interventor en aprobaciones de diseños, cambios y aceptación de los trabajos	0.5200	0.6000	0.3120	13
C02	Dificultades financieras del cliente o propietario /Retraso en el pago a los contratistas.	0.4733	0.5933	0.2808	14

Por ejemplo, pueden ser consecuencia de un *“lento proceso de toma de decisiones en la aprobación de materiales, planos, trabajos y modificaciones por parte del cliente”* considerado en la posición novena de importancia por parte del este, junto a la *“poca planeación y programación de las actividades por parte de los participantes”* la cual está en la onceava posición. Por ello, es necesario para el profesional enfocar sus esfuerzos no sólo en las consecuencias evidentes como las de este caso, si no en la búsqueda de soluciones a las raíces de dicha problemática de forma que se pueda anticipar a sus efectos.

En segundo lugar, se encuentra la *“agresiva o ajustada programación para la ejecución de las actividades/ duración impuesta en el contrato, poco realista para el proyecto”*. Resultado que sin lugar a duda llama la atención, dado que es el mismo cliente el que en muchas ocasiones establece el tiempo de ejecución de la obra al momento de realizar la licitación. Mostrando así, que el propietario puede poseer una serie de restricciones, limitaciones de tiempo o urgencias para el uso de los espacios que debieron ser anticipadas. Un posible caso sería, por ejemplo, el vencimiento del contrato de arrendamiento de las instalaciones ocupadas en el momento. Además, puede existir una errónea estimación del tiempo requerido de ejecución de los trabajos y sus implicaciones por desconocimiento del cliente. Tiempo que el contratista no puede ajustar por haber aceptado a participar en los trabajos bajo esas condiciones. Para ambos casos debería existir una planeación de detalle junto a un asesoramiento de un experto sobre las implicaciones de las actividades que permita desarrollar un cronograma de ejecución realista para el proyecto.

Como factor menos frecuente de ocurrir y que tiene poca importancia para la ejecución de las actividades según el cliente se encuentra las *“Dificultades financieras del cliente o propietario /Retraso en el pago a los contratistas”*.

La tabla VIII presenta un resumen comparativo de los índices de importancia establecidos por los tres grupos -contratista, interventor y cliente-, junto al resultado general de la investigación.

Tabla VIII.*Resumen de rango de los factores de retraso según los tres grupos consultados*

ID	General		Contratista		Interventor		Cliente	
	Im	Rango	Im	Rango	Im	Rango	Im	Rango
P03	0.5307	1	0.5078	1	0.6309	1	0.4713	2
D01	0.4441	2	0.4330	5	0.4855	2	0.4220	3
C01	0.4409	3	0.4769	3	0.4150	4	0.3911	6
C03	0.4256	4	0.4389	4	0.4738	3	0.3426	9
P01	0.4232	5	0.4777	2	0.3941	5	0.3397	11
M01	0.3983	6	0.3861	8	0.3560	7	0.4828	1
FE01	0.3810	7	0.4063	7	0.3557	8	0.3513	8
C02	0.3770	8	0.4241	6	0.3730	6	0.2808	14
P02	0.3582	9	0.3590	11	0.3497	10	0.3664	7
L01	0.3572	10	0.3534	12	0.3206	12	0.4130	4
CT01	0.3562	11	0.3690	10	0.3443	11	0.3406	10
CT02	0.3476	12	0.3242	13	0.3523	9	0.3995	5
IN01	0.3410	13	0.3854	9	0.2843	13	0.3120	13
H01	0.2824	14	0.2704	14	0.2754	14	0.3195	12

4.6 FACTOR DE CORRELACIÓN DE SPEARMAN

Para esta investigación el factor de correlación de Spearman fue utilizado con el objetivo de evaluar el grado de acuerdo o desacuerdo entre el cliente, interventor y contratista. Los resultados presentados en la tabla IX muestran que existe una correlación positiva media entre el cliente y contratista ($r_{s'}=0.125$) según la escala establecida por Mondragón (2014) en referencia al trabajo desarrollado por Hernández Sampieri y Fernández Collado (2004). Aunque, dicha relación presenta una tendencia creciente entre el grupo del cliente y contratista la debilidad en la magnitud de este -cercana a cero- dificulta la posibilidad de definir los dos grupos como dependientes. Para el contratista e interventor el factor de Spearman presenta una correlación positiva fuerte ($r_{s'}=0.877$), mientras que para el cliente e interventor esta correlación es positiva media ($r_{s'}=0.402$).

En general se puede observar que existe un acuerdo entre los tres grupos consultados sobre las causas de los retrasos en los proyectos de construcción de las instalaciones eléctricas.

Tabla IX.

Factor de correlación de Spearman

Grupo	Rango Spearman
Cliente y Contratista	0.125
Contratista e Interventor	0.877
Cliente e Interventor	0.402

Elaboración propia.

4.7 OTROS FACTORES

Con el objetivo de obtener una retroalimentación de los encuestados sobre qué factores adicionales deberían ser considerados en la presente investigación se realizó la siguiente pregunta abierta *“Otros factores que considere deben ser tenidos en cuenta.”* -Ver anexo C-. Aunque, varios de los consultados replicaban factores ya mencionados como la falta de diseño o las prácticas fraudulentas. Nueve de las veinte y dos respuestas obtenidas resaltan la necesidad de considerar en los proyectos de construcción el rol que juega el operador de red para el desarrollo de los proyectos, siendo así un stakeholder fundamental que el administrador del proyecto debe estimar. Debido a que este organismo es el encargado de energizar las instalaciones y para ello debe dar el visto bueno de que las mismas cumple con la normatividad y asignar su personal para hacer las modificaciones necesarias a la red eléctrica con el fin de garantizar la conexión. Cualquier retraso en estas actividades dificulta la entrega a tiempo de las instalaciones. Por ejemplo, como lo mencionan

los participantes de la encuesta sobre el operador de red como un factor de retraso en los proyectos:

“La negligencia en aprobación de las obras por el monopolio de las empresas distribuidoras de energía”

“Demoras en aprobaciones de proyectos por parte del operador de red, demora en la prestación de servicios de recibos de obra, maniobras de energización e instalación de equipos de medida por parte del operador de red.”

6. CONCLUSIÓN Y RECOMENDACIONES

El objetivo principal de la presente investigación es identificar y caracterizar, desde la gestión, los factores de retraso en la construcción de instalaciones eléctricas en edificaciones en Colombia. Dado que es una parte esencial en el desarrollo de las actividades de construcción y es considerada una ruta crítica para entregar las instalaciones energizadas y en completo funcionamiento. Catorce factores de retraso fueron identificados y agrupados en nueve categorías como resultado de la revisión de literatura adelantada y a la participación de expertos. Dichos factores permitieron estructurar una encuesta con la intención de conocer las percepciones de los clientes, contratistas e interventores frente a las demoras, su frecuencia de ocurrencia y severidad en los proyectos. Los factores de retrasos fueron ranqueados según el índice de importancia relativa donde los tres grupos consultados determinaron que las demoras son principalmente causadas por la (1) agresiva o ajustada programación para la ejecución de las actividades / duración impuesta en el contrato, poco realista para el proyecto; (2) retrasos causados por problemas de diseño (documentos o planos incompletos, con errores, inapropiados o con falta de detalle); (3) cambio del alcance del proyecto, de diseño o cambio de ordenes por parte del cliente; (4) lento proceso de toma de decisiones en la aprobación de materiales, planos, trabajos y modificaciones por parte del cliente; y (5) poca planeación y programación de las actividades por parte de los participantes. Ejemplo: demoras en la expedición de los certificados de cumplimiento de la regulación de las instalaciones eléctricas. Cabe destacar, la confirmación que este estudio presenta sobre las ideas expresadas por los autores Long Duy *et al.* (2004; 2004) y Arditi *et al.* (2017) quienes

consideran que las principales problemáticas que afectan los proyectos de construcción están mayormente relacionadas a las estructuras organizacionales y administrativas de los participantes que a los aspectos técnicos o de la complejidad del proyecto. Se puede decir que de los factores identificados el único que es exclusivo de las instalaciones eléctricas, que no comparte relación con otras especialidades o stakeholder del proyecto, es el mencionado por los participantes de la encuesta que se puede definir como *“Demoras en los trámites, aprobaciones y energizaciones de los proyectos por parte del operador de red”*.

Adicionalmente, a pesar de las diferencias expresadas por cada grupo con respecto al índice de importancia relativa de cada causa, se observa por medio del factor de correlación de Spearman un acuerdo general entre los participantes sobre el origen de los retrasos. Aunque, existe una diferencia entre el punto de vista del cliente y contratista sobre los factores más relevantes se debe considerar que dicha diferencia puede deberse al sesgo de los participantes, es decir, ser el resultado del punto de vista con que cada grupo experimenta la demora.

Basado en los resultados de la presente investigación, se sugiere las siguientes recomendaciones para que los gerentes y los profesionales de la industria cuenten con estrategias para reducir y prevenir los principales factores de retraso:

- Por parte del cliente es fundamental evitar imponer una duración de los trabajos poco realista. Es necesario desarrollar un modelo de gerencia que tenga en cuenta la predicción del tiempo de construcción, donde sean apropiadamente planeados y estimados los requerimien-

tos del proyecto; identificando actividades críticas, responsables y fechas de entregas que permitan contar con una secuencia cronológica de los trabajos estableciendo posibles contingencias cuando sean necesarias. Para ello, es indispensable la participación tanto del cliente, como del interventor y del contratista para lograr retroalimentar al propietario en los aspectos técnicos constructivos que pueda desconocer. Adicionalmente, el cliente debe reformular su proceso de contratación, buscando darle menos peso al precio ofertado por el contratista y más a las capacidades y experiencia en proyectos pasados que este último pueda poseer. Al momento de realizar el plan de trabajo, el cliente debe presentar sus limitaciones y urgencias sobre los espacios, ya sea por el vencimiento de los arrendamientos o la llegada de equipos, por ejemplo; y de esta forma poder ajustar el cronograma.

- Una clara definición del alcance de los trabajos y las necesidades del cliente deben ser establecidas en las etapas iniciales del proyecto, debido a que es una estrategia útil para reducir variaciones, minimizando los cambios de diseño. De manera análoga, esta definición permitirá contar con una base para que los integrantes del proyecto puedan evaluar los diseños con el objetivo de eliminar errores, solicitar mayores detalles y establecer fechas claras de entrega de los dibujos a cada una de las especialidades, permitiendo conocer antes del comienzo de los trabajos una estimación más acertada de los costos y tiempos necesarios para las instalaciones; y de esta manera lograr una mejor información que deberá ser utilizada por la gerencia para realizar una

mejor planeación tanto a nivel de las operaciones como a nivel presupuestal. Aunque, el equipo debe ser lo suficientemente flexible para adaptarse e implementar contingencias para la realización de variaciones inevitables.

- Debido a las distintas partes involucradas en un proyecto, una efectiva comunicación y coordinación entre los participantes es necesaria para la entrega a tiempo del proyecto; por medio del establecimiento de canales de interacción donde la información pueda fluir permitiendo, por ejemplo, la identificación temprana de factores de retraso y la implementación por parte de la gerencia de estrategias de mitigación.
- Promover una estructura organizacional dentro del proyecto, diseñada y promovida desde la gerencia, donde se enfatice la necesidad de un proceso de toma de decisiones más eficiente que involucre a todos los participantes. Para ello es importante que:
 - Los integrantes conozcan sus roles y responsabilidades claramente, contando con una plataforma común donde los datos e información precisa para la toma de decisiones esté disponible y actualizada, como son los costos o tiempo necesarios para el desarrollo de una actividad.
 - El nombramiento de un sponsor y el involucramiento de la junta directiva en el proceso son importantes para el establecimiento de la cultura necesaria y la evaluación de los beneficios o consecuencias de una decisión.

- Asignar responsabilidades mediante categorías con el tipo de decisiones a encontrar en el proyecto clasificadas por el nivel de impacto y alcance junto a la familiaridad o frecuencia de ocurrencia de la decisión, lo que aceleraría considerablemente el tiempo de respuesta en sitio.
- Desarrollar las habilidades y capacidades gerenciales del recurso humano en los proyectos de construcción a través de capacitaciones en aspectos como el manejo y asignación de recursos, supervisión y control, estrategias de comunicación, identificación del riesgo y stakeholders, liderazgo, negociación y resolución de conflictos.

Aunque, muchas de las recomendaciones y sugerencias presentadas pueden servir como una referencia para los profesionales en campo, futuras investigaciones son necesarias para evaluar si la implementación de estas es efectiva o no, al momento de evitar o mitigar los retrasos.

7. ANEXOS

7.1 ANEXO A

El código de seguridad humana 101 de la Asociación Nacional de Protección de Incendio de los Estados Unidos (National Fire Protection Association NFPA 101, life safety code) proporciona la definición y clasificación de las construcciones según su uso final. Este define que:

- *Ocupación mercantil* es aquella donde se exhibe y vende mercancía (National Fire Protection Association, 2015).
- *Ocupación de negocios* es aquella utilizada para la transacción de negocios distintos a los mercantiles (National Fire Protection Association, 2015) . Esta clasificación incluye las oficinas y universidades.

7.2 ANEXO B

Tabla B1.

Factores de retraso en la literatura (Anexo B).

Categoría	Factor	Referencias
Cliente	Falta de habilidades gerenciales por parte del cliente	(2)(7)(24)(27)
Cliente	Retraso en la revisión y aprobación de los diseños	(3)(4)(9)(17)(24)(25)(27)(28)(30)(33)
Cliente	Cambio de diseño y ordenes por el propietario	(2)(3)(4)(5)(6)(7)(8)(9)(12)(13)(14)(15)(16)(17)(18)(20)(21)(22)(26)(24)(25)(27)(28)(29)(30)(33)(34)(35)
Cliente	Retraso en los pagos por progreso por parte del propietario	(4)(6)(9)(10)(13)(15)(16)(17)(20)(25)(33)
Cliente	Dificultades de financiación por parte del propietario	(4)(6)(11)(12)(14)(15)(16)(18)(21)(22)(23)(24)(26)(27)(31)(32)(35)
Cliente	Lentitud del proceso de toma de decisiones del propietario	(2)(3)(4)(6)(9)(10)(11)(12)(16)(17)(18)(20)(21)(22)(23)(24)(25)(27)(28)(29)(30)(32)(33)(34)(35)
Cliente	Excesiva burocracia/propietario poco cooperativo	(6)(7)(10)(15)(20)(24)(29)(34)
Cliente	Lenta variación de ordenes sobre cantidades extras	(2)(17)
Cliente	Conflicto entre los copropietarios del proyecto	(3)(15)(16)(17)(22)
Cliente	Incentivos dados al contratista	(4)(10)(17)(20)
Cliente	Riesgo compartido entre los miembros del proyecto	(4)(8)(26)
Cliente	Falta de experiencia del cliente en proyectos de construcción	(11)(13)(17)
Contratista	Inadecuada profesión y experiencia del contratista	(2)(3)(4)(6)(8)(9)(10)(11)(12)(15)(17)(20)(24)(25)(27)(30)(33)(34)
Contratista	Escases de mano de obra o contratistas	(1)(10)(11)(13)(18)(24)(33)
Contratista	Productividad de la fuerza de trabajo	(8)(10)(11)
Contratista	Escases de materiales en sitio	(1)(3)(6)(10)(11)(14)(24)

Contratista	No disponibilidad de materiales a tiempo	(10)(11)
Contratista	Trabajo defectuoso	(6)(10)(12)(15)(32)
Contratista	Pobre supervisión y administración en sitio	(2)(3)(6)(7)(9)(10)(11)(12)(14)(15)(16)(17)(18)(20)(22)(24)(26)(27)(28)(30)(32)(33)(35)
Contratista	Demoras en los trabajos del subcontratista	(2)(6)(8)(9)(10)(16)(30)(34)
Contratista	Control deficiente sobre la asignación de recursos en sitio	(2)(10)(14)(16)
Contratista	Estilo de liderazgo del gerente de proyecto/construcción no adecuado	(2)(10)(16)(24)(31)(34)
Contratista	Retraso en la importación de materiales de fabricación especial	(2)
Contratista	Retrasos y cambios de subcontratista	(2)(6)(8)(9)(17)(20)(27)(28)(35)
Contratista	Métodos de construcción inadecuados	(6)(9)(10)(12)(13)(14)(15)(16)(20)(25)(26)(30)(33)
Contratista	Planificación y programación inadecuadas	(2)(6)(7)(9)(12)(13)(14)(16)(17)(18)(20)(21)(22)(23)(24)(26)(27)(29)(30)(31)(32)(33)(34)(35)
Contratista	Errores durante la construcción	(6)(9)(10)(11)(12)(18)(20)(21)(22)(24)(32)
Contratista	Retrabajo debido a errores durante la construcción	(9)(17)(22)(24)(27)(30)(33)(34)
Contratista	Equipo de proyecto incompetente	(7)(13)(33)
Contratista	uso de tecnologías obsoletas	(4)(7)(17)(27)
Contratista	Subcontratista no confiable o incompetente	(6)(17)(18)
Contratista	Falta de comunicación y coordinación entre el contratista y las otras partes	(2)(3)(4)(9)(13)(25)(27)
Contratista	Dificultad de financiamiento del proyecto por parte del contratista	(7)(8)(9)(11)(13)(15)(16)(18)(20)(22)(23)(24)(25)(28)(30)(33)(34)
Contratista	Pobre control de calidad	(4)(13)(15)(25)
Diseñador	Inadecuada experiencia del diseñador	(3)(9)(22)(24)(27)(33)
Diseñador	Cambios de diseño por parte del propietario o sus agentes durante la construcción	(1)(2)(3)(4)(5)(8)(10)(16)(17)(18)(27)(29)(30)(31)(32)(33)(35)
Diseñador	Errores de diseños y omisiones hechas por el diseñador	(3)(16)(17)(18)(20)(22)(25)(29)(30)(32)(34)
Diseñador	No comprensión de los requerimientos del cliente	(9)(17)(25)(27)(33)
Diseñador	Falta de experiencia del equipo de proyectos en la construcción de proyectos	(3)(4)(15)(17)
Diseñador	Errores y retrasos en la producción de documentos de diseño.	(3)(16)(17)(18)(23)(24)(29)(34)
Diseñador	Detalles poco claros e inadecuados en los planos	(5)(9)(17)(24)(25)(26)(30)(33)
Diseñador	Diseño del proyecto incompleto	(5)(7)(17)(27)(29)
Diseñador	Tiempo de espera para la aprobación de pruebas y materiales	(10)(24)(34)
Diseñador	Cambio en los planos	(2)(3)(5)(10)(18)(24)(29)
Diseñador	Cambio en las especificaciones	(2)(3)(10)(15)(23)
Diseñador	Planos/especificaciones/documentos incompletos	(5)(7)(10)(24)(29)
Diseñador	Errores de diseño debido al desconocimiento de las condiciones locales, ambientales y de materiales	(3)(7)(9)(10)(21)(25)(27)(33)

Diseñador	Demoras en la producción de los documentos de diseño	(3)(9)(20)(25)(27)(30)(31)(33)(34)
Diseñador	Errores y discrepancias en los documentos de diseño	(3)(9)(16)(17)(20)(24)(29)(32)(33)
Diseñador	No uso de software de diseño de ingeniería avanzada y supervisión	(9)(17)
Factores Externos	Accidentes en sitio	(8)(9)(13)(15)(17)(18)(20)(24)(27)(30)
Factores Externos	Demoras en la realización de las inspecciones finales y certificación por parte de un tercero	(8)(9)(17)(30)
Factores Externos	Diferentes tácticas o patrones para la realización de sobornos.	(7)(16)(17)(24)(30)
Factores Externos	Crisis financiera global	(17)(24)
Factores Externos	Fluctuación de los precios	(4)(13)(15)(17)(18)(32)
Factores Externos	Condiciones inesperadas de la superficie y del subsuelo (suelo, nivel freático, etc.)	(1)(2)(3)(4)(5)(6)(7)(8)(9)(10)(11)(12)(15)(16)(17)(18)(20)(21)(24)(26)(28)(30)(31)(32)(33)(34)
Factores Externos	Condiciones climáticas desfavorables	(1)(4)(5)(6)(8)(9)(10)(11)(12)(13)(15)(16)(17)(18)(19)(20)(21)(22)(23)(24)(27)(28)(30)(32)(33)(35)
Factores Externos	No disponibilidad de servicios públicos en el sitio (agua, electricidad, etc.)	(9)(17)(20)(24)(27)
Factores Externos	Condiciones económicas (Inflación, tasa de cambio, etc.)	(5)(11)(14)(15)(21)(24)(27)(30)(32)
Factores Externos	Paros, acciones militares internas o externas y cierre de fronteras	(14)(22)(30)(34)
Herramientas	Escasez de herramientas o equipos	(1)(9)(10)(11)(12)(13)(14)(17)(18)(20)(22)(24)(29)(30)(32)(33)(35)
Herramientas	Falla de las herramientas o equipos	(6)(9)(10)(12)(13)(16)(17)(20)(23)(27)(30)
Herramientas	Equipos o herramientas insuficientes	(1)
Herramientas	Problema en la asignación de herramientas o equipos	(2)(13)(17)(30)
Herramientas	Baja productividad y eficiencia de los equipos	(9)(17)(28)(32)
Herramientas	Demoras en el arribo de las herramientas o equipos	(17)(18)
Interventor	Lentitud en la revisión y aprobación de documentos de diseño por parte del consultor.	(3)(4)(6)(8)(9)(10)(12)(13)(16)(17)(18)(20)(22)(27)
Interventor	Demoras en la aprobación de los planos	(3)(6)(12)(16)(20)
Interventor	Falta de experiencia del interventor en la construcción de proyectos	(3)(4)(13)
Interventor	Retraso en la aprobación de cambios importantes en el alcance de los trabajos por parte del interventor	(9)(11)(17)(27)
Interventor	Demora en la realización de inspecciones y pruebas	(6)(8)(9)(12)(13)(18)(29)(30)
Interventor	Inadecuada asistencia en la administración de proyectos	(2)(6)(7)(11)(12)(17)(20)(24)(26)
Interventor	Tardía revisión y aprobación de los documentos de diseño	(3)(4)(6)(8)(9)(12)(16)(18)
Interventor	Pobre comunicación y coordinación entre el propietario y el contratista	(2)(3)(4)(9)(13)(16)(17)(22)(27)
Interventor	Demoras en el control de calidad	(6)(20)(25)
Interventor	Falta de control sobre el subcontratista	(2)(4)(12)(20)(29)

Interventor	Falta de comunicación y coordinación entre el interventor y las otras partes	(2)(3)(4)(9)(13)(17)(27)
Interventor	Retrasos en la realización de inspecciones y pruebas por parte del interventor	(6)(8)(10)(12)(13)(16)(18)(20)(29)(30)(32)
Interventor	Inadecuada experiencia del interventor	(3)(4)(9)(11)(13)(17)(21)
Interventor	Aseguramiento de la calidad y control en sitio	(6)(11)(12)(15)(20)(24)(25)(29)(30)
Laboral	Escasez de trabajadores calificados	(1)(2)(6)(8)(12)(13)(15)(17)(20)(22)(23)(24)(27)(29)(30)(31)(33)(34)(35)
Laboral	Escasez de mano de obra (calificada, semi calificada, no calificada)	(1)(8)(13)(27)(32)(34)
Laboral	Baja motivación, moral y conflictos de los trabajadores	(9)(15)(16)(17)
Laboral	Baja productividad de los trabajadores	(1)(2)(6)(9)(12)(14)(15)(16)(18)(20)(22)(24)(30)(33)(35)
Laboral	Mano de obra con experiencia no calificada / inadecuada	(2)(3)(9)(13)(17)(22)(23)(30)(33)(34)
Material	Escasez de materiales de construcción en el mercado	(1)(2)(3)(6)(9)(11)(12)(13)(14)(15)(17)(18)(20)(22)(27)(30)(32)(33)(35)
Material	Demoras en la entrega de materiales	(2)(9)(13)(15)(16)(17)(18)(20)(22)(24)(26)(27)(31)(32)(33)(35)
Material	Cambios de tipo de materiales y sus especificaciones durante la construcción	(3)(9)(13)(15)(17)(20)(33)
Material	Tardía solicitud de adquisición de materiales	(1)(2)(9)(16)(17)(20)(26)(31)(33)(34)
Material	Demoras en los materiales manufacturados y de importación	(6)(9)(10)(17)(26)(27)(30)(32)(35)
Material	Escalada en el precio de los materiales	(13)(16)(17)(20)(33)
Material	Proveedores poco confiables	(17)
Material	Cambio en el precio de los materiales	(1)(15)(32)
Material	Demoras en la aprobación de materiales y calidad de estos	(14)(15)(17)(20)(22)
Proyecto	Proceso de licitación y adjudicación de contratos	(7)(14)(16)(17)(20)(21)(27)
Proyecto	pobre administración de contrato	(6)(8)(11)(12)(13)(14)(16)(17)(23)(24)(25)(26)(32)
Proyecto	Tipo de contrato de construcción, errores en los documentos del contrato	(9)(21)(24)(25)(30)
Proyecto	Tipo de proceso de licitación y adjudicación (negociación, menor oferente, etc.)	(7)(8)(9)(14)(17)(20)(21)(24)(27)(30)(33)(34)
Proyecto	Duración de contrato poco realista	(2)(3)(4)(5)(6)(7)(8)(9)(10)(12)(14)(17)(18)(20)(21)(23)(24)(25)(26)(27)(28)(30)(32)(33)(34)
Proyecto	Cronograma y especificaciones poco realistas en el contrato	(2)(3)(4)(5)(6)(7)(8)(9)(10)(12)(14)(16)(17)(18)(20)(21)(22)(23)(24)(25)(26)(27)(28)(30)(31)(32)(33)(34)
Proyecto	Disputas, conflictos y negociaciones entre las partes	(3)(6)(8)(9)(12)(14)(15)(17)(20)(21)(22)(24)(25)(27)(34)

Proyecto	Descripción poco clara de los requerimientos del cliente y su alcance.	(4)(8)(14)(16)(17)(20)(21)(26)(27)(29)(30)(31)
Proyecto	Ambigüedad en las especificaciones y conflictos de interpretación por las partes	(4)(6)(12)(14)(15)(17)(24)(27)(30)
Proyecto	Disputas legales entre varias partes	(3)(6)(9)(12)(17)(33)(34)
Proyecto	Financiamiento del contratista durante la construcción	(4)(7)(9)(10)(11)(15)(16)(20)(24)(30)(32)(33)(34)
Proyecto	Retrasos en pagos progresivos al contratista (debido a trabajos completados) por el propietario	(4)(9)(10)(11)(13)(14)(15)(17)(18)(23)(27)(30)(33)(34)(35)
Proyecto	Pago atrasado al subcontratista por parte del contratista principal	(4)(9)(10)(11)(13)(22)(24)(30)
Proyecto	Inadecuada planeación temprana del proyecto	(1)(2)(7)(10)(16)(17)(26)(30)(31)
Proyecto	Falta de comunicación y coordinación entre las partes involucradas en la construcción (contratista-Sub contratista-interventor-cliente)	(2)(3)(4)(6)(8)(9)(10)(12)(13)(16)(17)(18)(20)(21)(22)(24)(25)(27)(28)(29)(31)(32)(33)(34)(35)
Proyecto	No cumplimiento de la instalación con la regulación debido a los diseños, ejecución de los trabajos o retrasos en la entrega de los documentos requeridos	(1)(6)(8)(22)
Proyecto	Inadecuada estructura organizacional de las partes en el proyecto	(6)(12)(29)(31)
Proyecto	lentitud en obtener acceso al lugar del proyecto	(7)(8)(9)(13)(17)(20)(22)(23)(24)(25)(27)(28)(30)(33)(34)
Proyecto	Lenta obtención de permisos por los entes reguladores y municipalidad	(7)(8)(9)(10)(13)(14)(17)(20)(21)(24)(25)(27)(31)
Proyecto	Falta de experiencia y habilidades de los miembros del proyecto	(7)(14)(16)(17)(18)(19)(22)(26)(30)(35)
Proyecto	Cambios necesarios	(10)(26)(33)(34)
Proyecto	Complejidad del proyecto	(13)(15)(17)(21)(26)(30)(32)(33)
Proyecto	Ineficientes penalidades en el contrato por demoras	(25)
Proyecto	Falta de plan de mitigación y manejo de riesgo en el contrato	(26)(27)(30)
Proyecto	Inadecuada definición de entrega sustancial	(27)(28)
Proyecto	Pobre monitoreo y control del proyecto por parte de los miembros	(30)
Proyecto	Modelo de ciclo de vida del proyecto no seguido	(31)

(1) Kaming *et al.* (1997), (2) Chan y Kumaraswamy (1997), (3) Kumaraswamy y Chan (1998), (4) Dissanayaka y Kumaraswamy (1999), (5) Al-Momani (2000), (6) Odeh y Battaineh (2002), (8) Lo *et al.* (2006), (9) Assaf y Al-Hejji (2006), (10) Faridi y El-Sayegh (2006), (11) Alaghbari *et al.* (2007), (12) Sambasivan y Soon (2007), (13) Sweis *et al.* (2008), (14) Enshassi *et al.* (2009), (15) Kazaz *et al.* (2012), (16) Doloi (2013), (17) Aziz (2013), (18) Memon *et al.* (2014), (19) Ballesteros-Pérez *et al.* (2015), (20) Arantes *et al.* (2016), (21) Larsen *et al.* (2016), (22) Chiu y Lai (2017), (23) Amusan *et al.* (2017), (24) Mpofo *et al.* (2017), (25) Tafazzoli y Shrestha (2017), (26) Agyekum-Mensah y Knight (2017), (27) Rachid *et al.* (2018), (28) Shahsavand

et al. (2018), (29) Zidane y Andersen (2018), (30) Prasad *et al.* (2018), (31) Ntshangase y Tuan (2018), (32) Habibi y Kermanshachi (2018), (33) Hussain *et al.* (2018), (34) Wang *et al.* (2018), (35) Durdyev y Hosseini (2019).

7.3 ANEXO C

Modelo de encuesta realizada por medio de la plataforma de SurveyMonkey.

Señor (a) participante:

Esta encuesta tiene como intención conocer desde su experiencia los factores de retrasos en los proyectos de instalaciones eléctricas en edificaciones, por ello no existen respuestas malas o buenas.

Para cada factor mencionado a continuación deberá seleccionar un nivel de severidad con la que el factor afecta el tiempo del proyecto y la frecuencia de ocurrencia. Al final de la encuesta encontrará un cuadro para comentarios donde podrá mencionar los factores que según su criterio deben ser incluidos en esta investigación y no han sido considerados.

La presente encuesta hace parte del trabajo de grado con título "Identificación y análisis, desde la gestión, de los factores de retraso en los proyectos de construcción de instalaciones eléctricas en edificaciones"

1. Participación en el estudio

	Acepto participar en el estudio de forma voluntaria, y tengo derecho a abandonarlo cuando así lo desee.
	No acepto participar en el estudio

2. ¿Qué rol desempeño en sus últimos tres proyectos?

	Cliente / Propietario del proyecto
	Contratista principal / Subcontratista
	Interventor / Inspector

3. En su último proyecto, comparado con la duración original establecida experimento un tiempo de retraso promedio de:

	0%
	1-5%
	6-15%

	16-30%
	>30%

Para cada factor mencionado a continuación deberá seleccionar un nivel de severidad con la que el factor afecta el tiempo del proyecto y la frecuencia de ocurrencia dentro del mismo.

Frecuencia de ocurrencia: 1-Nunca, 2-Raramente, 3-Ocasional, 4-Muy frecuente, 5- Siempre.

Severidad: 1-Baja, 2-Ligera, 3-Moderada, 4-Alta, 5-Extremadamente alta

4. Cambio del alcance del proyecto, de diseño, o cambio de ordenes por parte del cliente.

	1	2	3	4	5
Frecuencia de ocurrencia					
Severidad					

5. Dificultades financieras del cliente o propietario /Retraso en el pago a los contratistas. del alcance del proyecto, de diseño, o cambio de ordenes por parte del cliente.

	1	2	3	4	5
Frecuencia de ocurrencia					
Severidad					

6. Lento proceso de toma de decisiones en la aprobación de materiales, planos, trabajos, y modificaciones por parte del cliente

	1	2	3	4	5
Frecuencia de ocurrencia					
Severidad					

7. Errores de construcción y reproceso de las actividades, baja productividad en la ejecución de las actividades o en el uso de las herramientas.

	1	2	3	4	5
Frecuencia de ocurrencia					
Severidad					

8. Poca administración y supervisión en sitio por parte del contratista del alcance del proyecto, de diseño, o cambio de ordenes por parte del cliente.

	1	2	3	4	5
Frecuencia de ocurrencia					
Severidad					

9. Retrasos causados por problemas de diseño (Documentos o planos incompletos, con errores, inapropiados o con falta de detalle)

	1	2	3	4	5
Frecuencia de ocurrencia					
Severidad					

10. Corrupción, prácticas fraudulentas o sobornos / selección y asignación del proyecto basada en el precio más económico

	1	2	3	4	5
Frecuencia de ocurrencia					
Severidad					

11. Escasez de equipos o herramientas durante la ejecución de las actividades / Uso de tecnologías obsoletas

	1	2	3	4	5
Frecuencia de ocurrencia					
Severidad					

12. Lentitud en la inspección de calidad de los trabajos realizados por parte del interventor o cliente. Lentitud del interventor en aprobaciones de diseños, cambios y aceptación de los trabajos

	1	2	3	4	5
Frecuencia de ocurrencia					
Severidad					

13. Falta de experiencia, habilidades o competencias entre los integrantes del proyecto / Falta de trabajadores calificados

	1	2	3	4	5
Frecuencia de ocurrencia					
Severidad					

14. Escasez de material, retrasos en la entrega, fabricación o importación

	1	2	3	4	5
Frecuencia de ocurrencia					
Severidad					

15. Poca planeación y programación de las actividades por parte de los participantes. Ejemplo: demoras en la expedición de los certificados de cumplimiento de la regulación de las instalaciones eléctricas.

	1	2	3	4	5
Frecuencia de ocurrencia					
Severidad					

16. Escasa comunicación, coordinación y existencia de conflicto entre los integrantes del proyecto.

	1	2	3	4	5
Frecuencia de ocurrencia					
Severidad					

17. Agresiva o ajustada programación para la ejecución de las actividades / Duración impuesta en el contrato, poco realista para el proyecto

	1	2	3	4	5
Frecuencia de ocurrencia					
Severidad					

18. Otros factores que considere deben ser tenidos en cuenta. Por favor, dejar la casilla en blanco si no estima necesario mencionar otro factor.



8. REFERENCIAS:

- Adam, A., Josephson, P. E. B., & Lindahl, G. (2017). Aggregation of factors causing cost overruns and time delays in large public construction projects: Trends and implications. *Engineering, Construction and Architectural Management*, 24(3), 393–406. <https://doi.org/10.1108/ECAM-09-2015-0135>
- Aftab, H. M. (2014). Contractor perspective on time overrun factors in Malaysian construction projects. *International Journal of Science, Environment and Technology*, 3(3), 1184–1192.
- Agyekum-Mensah, G., & Knight, A. D. (2017). The professionals' perspective on the causes of project delay in the construction industry. *Engineering, Construction and Architectural Management*, 24(5), 828–841. <https://doi.org/10.1108/ECAM-03-2016-0085>
- Al-Momani, A. H. (2000). Construction delay: a quantitative analysis. *International Journal of Project Management*, 18(1), 51–59. [https://doi.org/10.1016/S0263-7863\(98\)00060-X](https://doi.org/10.1016/S0263-7863(98)00060-X)
- Alaghbari, W., Kadir, M. R. A., Salim, A., & Ernowati. (2007). The significant factors causing delay of building construction projects in Malaysia. *Engineering, Construction and Architectural Management*, 14(2), 192–206. <https://doi.org/10.1108/09699980710731308>
- Amusan, L., Dolapo, D., & Joshua, O. (2017). Cost and time performance information of building projects in developing economy. *International Journal of Mechanical Engineering and Technology*, 8(10), 918–927.
- Ansah, R. H., & Sorooshian, S. (2018). 4P delays in project management. *Engineering, Construction and Architectural Management*, 25(1), 62–76. <https://doi.org/10.1108/ECAM-09-2016-0199>
- Arantes, A., Da Silva, P. F., & Ferreira, L. M. D. F. (2016). Delays in construction projects - Causes and impacts. *Proceedings of 2015 International Conference on Industrial Engineering and Systems Management, IEEE IESM 2015, October*, 1105–1110. <https://doi.org/10.1109/IESM.2015.7380293>
- Arcuri, F. J., Hildreth, J. C., & Virginia Tech. (2007). The Principles of Schedule Impact Analysis. *Virginia Polytechnic Institute and State University, 0105*, 1–57. www.vt.edu
- Arditi, D., Nayak, S., & Damci, A. (2017). Effect of organizational culture on delay in construction. *International Journal of Project Management*, 35(2), 136–147. <https://doi.org/10.1016/j.ijproman.2016.10.018>
- Arditi, D., & Pattanakitchamroon, T. (2006). Selecting a delay analysis method in resolving construction claims. *International Journal of Project Management*, 24(2), 145–155. <https://doi.org/10.1016/j.ijproman.2005.08.005>
- Assaf, S. A., & Al-Hejji, S. (2006). Causes of delay in large construction projects. *International Journal of Project Management*, 24(4), 349–357. <https://doi.org/10.1016/j.ijproman.2005.11.010>
- Atkinson, R. (1999). Project management: Cost, time and quality, two best guesses and a

- phenomenon, its time to accept other success criteria. *International Journal of Project Management*, 17(6), 337–342. [https://doi.org/10.1016/S0263-7863\(98\)00069-6](https://doi.org/10.1016/S0263-7863(98)00069-6)
- Aziz, R. F. (2013). Ranking of delay factors in construction projects after Egyptian revolution. *Alexandria Engineering Journal*, 52(3), 387–406. <https://doi.org/10.1016/j.aej.2013.03.002>
- Ballesteros-Pérez, P., Del Campo-Hitschfeld, M. L., González-Naranjo, M. A., & González-Cruz, M. C. (2015). Climate and construction delays: Case study in Chile. *Engineering, Construction and Architectural Management*, 22(6), 596–621. <https://doi.org/10.1108/ECAM-02-2015-0024>
- Banco de la República de Colombia. (2019a). *Comportamiento reciente del PIB de la construcción y perspectivas para 2019*. 27–30. http://repositorio.banrep.gov.co/bitstream/handle/20.500.12134/9725/recuadro2_informe_sobre_inflacion_junio_2019.pdf?sequence=7&isAllowed=y
- Banco de la República de Colombia. (2019b). *pib_desestacionalizado_2015_004*. <https://www.banrep.gov.co/es/estadisticas/producto-interno-bruto-pib>
- Chan, D. W., & Kumaraswamy, M. M. (1997). A comparative study of causes of time overruns in Hong Kong construction projects. *International Journal of Project Management*, 15(1), 55–63. [https://doi.org/10.1016/S0263-7863\(96\)00039-7](https://doi.org/10.1016/S0263-7863(96)00039-7)
- Chan, D. W. M., & Kumaraswamy, M. M. (2001). Compressing construction durations: Lessons learned from Hong Kong building projects. *International Journal of Project Management*, 20(1), 23–35. [https://doi.org/10.1016/S0263-7863\(00\)00032-6](https://doi.org/10.1016/S0263-7863(00)00032-6)
- Chiu, B. W. Y., & Lai, J. H. K. (2017). Project delay: key electrical construction factors in Hong Kong. *Journal of Civil Engineering and Management*, 23(7), 847–857. <https://doi.org/10.3846/13923730.2017.1319410>
- Choong Kog, Y. (2018). Major Construction Delay Factors in Portugal, the UK, and the US. *Practice Periodical on Structural Design and Construction*, 23(4), 1–8. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)SC.1943-5576.0000389](https://doi.org/10.1061/(ASCE)SC.1943-5576.0000389)
- Codensa. (2012). *Disponibilidad del servicio*. https://www.codensa.com.co/document/1410_Anexos_Guia_Constructores_Hojas_Plegable_GRAN_FINAL.pdf
- DANE. (2017). *Indicadores económicos alrededor de la construcción-IEAC*. http://www.dane.gov.co/files/investigaciones/boletines/pib_const/Bol_ieac_IVtrim18.pdf
- DANE. (2019a). Boletín Técnico de Indicadores del sector de la Construcción. *Dane*, 1–28. https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/boletines/pib_const/Bol_ieac_Itrim19.pdf
- DANE. (2019b). *PIB a precios constantes-II trimestre 2019_Anexos_produccion_constantes_II_2019-1*. <https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/cuentas-nacionales/cuentas-nacionales-trimestrales>
- Derakhshanfar, H., Ochoa, J. J., Kirytopoulos, K., Mayer, W., & Tam, V. W. Y. (2019). Construction delay risk taxonomy, associations and regional contexts: A systematic

- review and meta-analysis. *Engineering, Construction and Architectural Management*. <https://doi.org/10.1108/ECAM-07-2018-0307>
- Dissanayaka, S. M., & Kumaraswamy, M. M. (1999). Evaluation of factors affecting time and cost performance in Hong Kong building projects. *Engineering, Construction and Architectural Management*, 6(3), 287–298. <https://doi.org/10.1108/eb021119>
- Doloi, H. (2013). Cost Overruns and Failure in Project Management: Understanding the Roles of Key Stakeholders in Construction Projects. *Journal of Construction Engineering and Management*, 139(3), 267–279. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)CO.1943-7862.0000621](https://doi.org/10.1061/(ASCE)CO.1943-7862.0000621)
- Durdyev, S., & Hosseini, M. R. (2019). Causes of delays on construction projects: a comprehensive list. *International Journal of Managing Projects in Business*, 13(1), 20–46. <https://doi.org/10.1108/IJMPB-09-2018-0178>
- Dursun, O., & Stoy, C. (2012). Determinants of construction duration for building projects in Germany. *Engineering, Construction and Architectural Management*, 19(4), 444–468. <https://doi.org/10.1108/09699981211237139>
- Duy Nguyen, L., Ogunlana, S. O., & Thi Xuan Lan, D. (2004). A study on project success factors in large construction projects in Vietnam. *Engineering, Construction and Architectural Management*, 11(6), 404–413. <https://doi.org/10.1108/09699980410570166>
- El Espectador. (2018). “La marca embargada al BD de Bacatá no existe”: presidente de la compañía a sus acreedores. <https://www.elespectador.com/noticias/bogota/la-marca-embargada-al-bd-de-bacata-no-existe-articulo-750459>
- El Tiempo. (2018a). Así “enderezarán” al BD Bacatá, 216 metros más cerca de las estrellas. <http://www.eltiempo.com/colombia/otras-ciudades/retrasos-en-la-entrega-de-viviendas-un-drama-para-los-compradores-184456>
- El Tiempo. (2018b). Retrasos en la entrega de viviendas, un drama para los compradores. <http://www.eltiempo.com/colombia/otras-ciudades/retrasos-en-la-entrega-de-viviendas-un-drama-para-los-compradores-184456>
- El Tiempo. (2019, July 2). El mapa de 1.000 obras claves que tienen retraso según la Contraloría General - Investigación - Justicia - ELTIEMPO.COM. *El Tiempo*. <https://www.eltiempo.com/justicia/investigacion/el-mapa-de-1-000-obras-claves-que-tienen-retrasos-segun-la-contraloria-general-382918>
- 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>
- Eriksson, P. E., Larsson, J., & Pesämaa, O. (2017). Managing complex projects in the infrastructure sector — A structural equation model for flexibility-focused project management. *International Journal of Project Management*, 35(8), 1512–1523. <https://doi.org/10.1016/j.ijproman.2017.08.015>
- Faridi, A. S., & El-Sayegh, S. M. (2006). Significant factors causing delay in the UAE construction industry. *Construction Management and Economics*, 24(11), 1167–1176. <https://doi.org/10.1080/01446190600827033>
- González, M. C. (2019). El 41% de las obras públicas del país presentan atrasos.

Portafolio. <https://www.portafolio.co/economia/infraestructura/el-41-de-las-obras-publicas-del-pais-presentan-atrasos-524977>

- González, P., González, V., Molenaar, K., & Orozco, F. (2014). Analysis of causes of delay and time performance in construction projects. *Journal of Construction Engineering and Management*, 140(1), 1–9. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)CO.1943-7862.0000721](https://doi.org/10.1061/(ASCE)CO.1943-7862.0000721)
- Habibi, M., & Kermanshachi, S. (2018). Phase-based analysis of key cost and schedule performance causes and preventive strategies. *Engineering, Construction and Architectural Management*, ECAM-10-2017-0219. <https://doi.org/10.1108/ECAM-10-2017-0219>
- Hanna, A., & Haddad, G. (2009). OVERTIME AND PRODUCTIVITY IN ELECTRICAL CONSTRUCTION. *Journal of Construction Engineering and Management*, 886–895.
- Hanna, A. S., Russell, J. S., Nordheim, E. V., & Bruggink, M. J. (1999). IMPACT OF CHANGE ORDERS ON LABOR EFFICIENCY FOR ELECTRICAL CONSTRUCTION. *Journal of Construction Engineering and Management*, August, 224–232.
- Hernández, R., Baptista, P., & Hernández, C. (2004). Metodología de la Investigación. *McGraw-Hill Interamericana*, 533. <https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/38911499/Sampieri.pdf?1443413542=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3DSampieri.pdf&Expires=1592708228&Signature=ZdcIgLZTPYIH4G1stS5H3kKoa3WxNM0XOMLNi2xJRxb5Wh9miJaH6NTCoRZpfx93hXCqVGqSGdKR1ROE5EEzbTU8XI>
- Horman, M. J., Orosz, M. P., & Riley, D. R. (2006). Sequence planning for electrical construction. *Journal of Construction Engineering and Management*, 132(4), 363–372. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)0733-9364\(2006\)132:4\(363\)](https://doi.org/10.1061/(ASCE)0733-9364(2006)132:4(363))
- Hussain, S., Zhu, F., Ali, Z., Aslam, H., & Hussain, A. (2018). Critical Delaying Factors: Public Sector Building Projects in Gilgit-Baltistan, Pakistan. *Buildings*, 8(1), 6. <https://doi.org/10.3390/buildings8010006>
- Iyer, K. C., & Jha, K. N. (2005). Factors affecting cost performance: Evidence from Indian construction projects. *International Journal of Project Management*, 23(4), 283–295. <https://doi.org/10.1016/j.ijproman.2004.10.003>
- Jang, S., & Lee, G. (2018). Impact of organizational factors on delays in bim-based coordination from a decision-making view: A case study. *Journal of Civil Engineering and Management*, 24(1), 19–30. <https://doi.org/10.3846/jcem.2018.296>
- Kadry, M., Osman, H., & Georgy, M. (2017). Causes of Construction Delays in Countries with High Geopolitical Risks. *Journal of Construction Engineering and Management*, 143(2), 04016095. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)CO.1943-7862.0001222](https://doi.org/10.1061/(ASCE)CO.1943-7862.0001222)
- Kaming, P. F., Olomolaiye, P. O., Holt, G. D., & Harris, F. C. (1997). Factors influencing construction time and cost overruns on high-rise projects in Indonesia. *Construction Management and Economics*, 15(1), 83–94. <https://doi.org/10.1080/014461997373132>
- Kazaz, A., Ulubeyli, S., & Tuncbilekli, N. A. (2012). Causes of delays in construction projects in Turkey. *Journal of Civil Engineering and Management*, 18(3), 426–435.

<https://doi.org/10.3846/13923730.2012.698913>

- KPMG. (2015). *Climbing the curve*.
<https://assets.kpmg.com/content/dam/kpmg/pdf/2015/04/global-construction-survey-2015.pdf>
- KPMG. (2017). *Make it , or break it*.
<https://assets.kpmg.com/content/dam/kpmg/xx/pdf/2017/10/global-construction-survey-make-it-or-break-it.pdf>
- Kumaraswamy, M. M., & Chan, D. W. M. (1998). Contributors to construction delays. *Construction Management and Economics*, 16(1), 17–29.
<https://doi.org/10.1080/014461998372556>
- La W. (2020). *Denuncian demoras de hasta seis años en entrega de apartamentos en Bogotá*. <https://www.wradio.com.co/noticias/bogota/denuncian-demoras-de-hasta-seis-anos-en-entrega-de-apartamentos-en-bogota/20200928/nota/4073366.aspx>
- Larsen, J. K., Shen, G. Q., Lindhard, S. M., & Brunoe, T. D. (2016). Factors Affecting Schedule Delay, Cost Overrun, and Quality Level in Public Construction Projects. *Journal of Management in Engineering*, 32(1).
[https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)ME.1943-5479.0000391](https://doi.org/10.1061/(ASCE)ME.1943-5479.0000391)
- Lo, T. Y., Fung, I. W. H., & Tung, K. C. F. (2006). Construction delays in Hong Kong civil engineering projects. *Journal of Construction Engineering and Management*, 132(6), 636–649. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)0733-9364\(2006\)132:6\(636\)](https://doi.org/10.1061/(ASCE)0733-9364(2006)132:6(636))
- Long, N. D., Ogunlana, S., Quang, T., & Lam, K. C. (2004). Large construction projects in developing countries: A case study from Vietnam. *International Journal of Project Management*, 22(7), 553–561. <https://doi.org/10.1016/j.ijproman.2004.03.004>
- McKinsey Global Institute. (2017). Reinventing Construction: A Route To Higher Productivity. In *McKinsey & Company* (Issue February).
<https://doi.org/10.1080/19320248.2010.527275>
- 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>
- Menches, C. L., & Hanna, A. S. (2006). Conceptual planning process for electrical construction. *Journal of Construction Engineering and Management*, 132(12), 1306–1313. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)0733-9364\(2006\)132:12\(1306\)](https://doi.org/10.1061/(ASCE)0733-9364(2006)132:12(1306))
- Meng, X. (2012). The effect of relationship management on project performance in construction. *International Journal of Project Management*, 30(2), 188–198.
<https://doi.org/10.1016/j.ijproman.2011.04.002>
- Mok, K. Y., Shen, G. Q., & Yang, J. (2015). Stakeholder management studies in mega construction projects: A review and future directions. *International Journal of Project Management*, 33(2), 446–457. <https://doi.org/10.1016/j.ijproman.2014.08.007>
- Mondragon, M. (2014). Uso de la correlación de Spearman en un estudio de intervención en fisioterapia. *Movimiento Científico*, 8(1), 98–104.
<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5156978>
- Mpofu, B., Ochieng, E. G., Moobela, C., & Pretorius, A. (2017). Profiling causative factors

- leading to construction project delays in the United Arab Emirates. *Engineering, Construction and Architectural Management*, 24(2), 346–376.
<https://doi.org/10.1108/ECAM-05-2015-0072>
- Nasr, Z. B., & Menches, C. L. (2009). Aligning pre-construction planning and project management in the electrical construction industry. *Building a Sustainable Future - Proceedings of the 2009 Construction Research Congress*, 796–805.
[https://doi.org/10.1061/41020\(339\)81](https://doi.org/10.1061/41020(339)81)
- National Fire Protection Association. (2015). *NFPA 101 Life Safety Code* (National Fire Protection Association (ed.)). www.nfpa.org
- Nguyen, L. D., Ogunlana, S. O., & Lan, D. T. X. (2004). A study on project success factors in large construction projects in Vietnam. In *Engineering, Construction and Architectural Management* (Vol. 11, Issue 6, pp. 404–413).
<https://doi.org/10.1108/09699980410570166>
- Ntshangase, B., & Tuan, N. T. (2019). A systemic inquiry into the delay factors in South African electrical distribution projects. *International Journal of Managing Projects in Business*, 12(3), 808–824. <https://doi.org/10.1108/IJMPB-07-2018-0122>
- Odeh, A. M., & Battaineh, H. T. (2002). Causes of construction delay: Traditional contracts. *International Journal of Project Management*, 20(1), 67–73.
[https://doi.org/10.1016/S0263-7863\(00\)00037-5](https://doi.org/10.1016/S0263-7863(00)00037-5)
- Odeh, Abdalla M., & Battaineh, H. T. (2002). Causes of construction delay: traditional contracts. *International Journal of Project Management*, 20(1), 67–73.
[https://doi.org/10.1016/S0263-7863\(00\)00037-5](https://doi.org/10.1016/S0263-7863(00)00037-5)
- Prasad, K. V., Vasugi, V., Venkatesan, R., & Bhat, N. S. (2018). Critical causes of time overrun in Indian construction projects and mitigation measures. *International Journal of Construction Education and Research*, 00(00), 1–23.
<https://doi.org/10.1080/15578771.2018.1499569>
- Quintero Ocampo, A. M. (2017). *Factores socio-culturales de la mano de obra en la productividad en construcciones de tipo comercial, Medellín* [Universidad Nacional de Colombia, sede Medellín]. <http://www.bdigital.unal.edu.co/55477/>
- Rachid, Z., Toufik, B., & Mohammed, B. (2018). Causes of schedule delays in construction projects in Algeria. *International Journal of Construction Management*, 3599, 1–11.
<https://doi.org/10.1080/15623599.2018.1435234>
- Sambasivan, M., & Soon, Y. W. (2007). Causes and effects of delays in Malaysian construction industry. *International Journal of Project Management*, 25(5), 517–526.
<https://doi.org/10.1016/j.ijproman.2006.11.007>
- Shahsavand, P., Marefat, A., & Parchamijalal, M. (2018). Causes of delays in construction industry and comparative delay analysis techniques with SCL protocol. *Engineering, Construction and Architectural Management*, 25(4), 497–533.
<https://doi.org/10.1108/ECAM-10-2016-0220>
- 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. *International Conference on Sustainable Infrastructure 2017*, 111–122. <https://doi.org/10.1061/9780784481196.011>

Toor, S. u R., & Ogunlana, S. O. (2010). Beyond the “iron triangle”: Stakeholder perception of key performance indicators (KPIs) for large-scale public sector development projects. *International Journal of Project Management*, 28(3), 228–236. <https://doi.org/10.1016/j.ijproman.2009.05.005>

Wang, T. K., Ford, D. N., Chong, H. Y., & Zhang, W. (2018). Causes of delays in the construction phase of Chinese building projects. *Engineering, Construction and Architectural Management*, 25(11), 1534–1551. <https://doi.org/10.1108/ECAM-10-2016-0227>

Zidane, Y. J. T., & Andersen, B. (2018). The top 10 universal delay factors in construction projects. *International Journal of Managing Projects in Business*, 11(3), 650–672. <https://doi.org/10.1108/IJMPB-05-2017-0052>