



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



ETS INGENIERÍA DE CAMINOS,
CANALES Y PUERTOS

TRABAJO DE FIN DE MÁSTER

ESTUDIO DE LOS FACTORES DE RETRASO Y SOBRECOSTE EN
LAS OBRAS PÚBLICAS EN BOLIVIA

Presentado por

Claure Gutiérrez, Diego Alejandro

Para la obtención del

Master Universitario en Planificación y Gestión en Ingeniería Civil

Curso: 2020/2021

Fecha: Septiembre de 2021

Tutor: Sanz Benlloch, María Amalia

Cotutor: Montalbán Domingo, María Laura



AGRADECIMIENTOS

A mis padres por apoyarme siempre, por su guía y cariño, siendo un ejemplo a seguir.

A mi hermana por sus consejos y su ayuda interminable.

A mi familia, abuelos, tíos y primos siempre preocupándose por mi bienestar.

A mis tutores, Amalia Sanz Benlloch y Laura Montalbán Domingo por los conocimientos y la ayuda brindada en el desarrollo de toda la investigación.

A mis compañeros de master por convertirse en mi familia y ser mis compañeros de aventura durante todo este tiempo lejos de casa.

A todos aquellos que me acompañaron durante este proceso.

Título: ESTUDIO DE LOS FACTORES DE RETRASO Y SOBRECOSTE EN LAS OBRAS PÚBLICAS EN BOLIVIA	
Autor: Diego Alejandro Claire Gutiérrez	
Resumen Ejecutivo	
Planteamiento del problema a resolver	La obra pública es una herramienta fundamental para el gobierno de cualquier país, ya que a través de la misma se busca el desarrollo y bienestar de su población. En Bolivia, la ejecución de obras públicas presenta una serie de dificultades que derivan en retraso y sobrecoste. Para mitigar y evitar estas dificultades es necesario investigar y definir cuáles son los principales factores de retraso y sobrecoste en las obras de promoción pública.
Objetivos	<ol style="list-style-type: none"> 1) Identificar causas de retraso y sobrecoste en la construcción de obras de ingeniería civil y edificación a partir de la revisión de la literatura. 2) Analizar la información de los procesos de contratación registrada en el sistema de contrataciones estatales de obras de ingeniería civil y edificación de promoción pública en Bolivia. 3) Identificar las causas que provocan desviaciones de coste y plazo en el proceso de contratación y construcción de obras de ingeniería civil y edificación de promoción pública en Bolivia. 4) Identificar las principales variables que producen retraso y sobrecoste en las obras de ingeniería civil y edificación de promoción pública en Bolivia. 5) Establecer conclusiones y recomendaciones para mitigar la existencia de fenómenos causantes de retraso y sobrecoste
Estructura Organizativa	<p>Capítulo 1. Introducción: Se introduce el tema de estudio de la presente investigación. Se presenta el planteamiento del problema, la justificación, se establecen los objetivos y se determina el alcance. También se explica el sistema de citas y referencias empleados.</p> <p>Capítulo 2. Contexto de la investigación: Presenta un análisis de la situación económica y de la construcción en Bolivia, para establecer las bases sobre las que se desarrolla la presente investigación en función del contexto boliviano.</p> <p>Capítulo 3. Marco teórico y estado del arte: Describe la información y los conceptos básicos necesarios para la comprensión de la presente investigación. Además, se analizan métodos y clasificaciones realizados por distintos autores en estudios similares.</p> <p>Capítulo 4. Metodología de la investigación: Detalla la secuencia utilizada en la investigación. Explica los criterios utilizados en la búsqueda bibliográfica, la muestra de estudio, indica el procedimiento usado para la recopilación, organización y preparación de datos, así como también los análisis estadísticos usados.</p>

	<p>Capítulo 5. Resultados: Se describen los resultados obtenidos mediante distintos análisis estadísticos en función de los objetivos de la investigación.</p> <p>Capítulo 6. Discusión: En base a la bibliografía estudiada se analizan los resultados obtenidos.</p> <p>Capítulo 7. Conclusiones y recomendaciones: Se establecen las conclusiones en base a los objetivos de la investigación, se proponen recomendaciones para mitigar la existencia de estos fenómenos y se sugieren futuras líneas de investigación.</p> <p>Capítulo 8. Referencias: Se incluyen todas las referencias utilizadas en la presente investigación.</p>
Método	<p>A partir de la revisión bibliográfica y la información disponible en el sistema de contrataciones estatales se definieron los principales factores de retraso y sobrecoste en obras públicas. Posteriormente, se realizaron distintos análisis estadísticos para establecer cuáles son los factores más relevantes en la presencia de retrasos y sobrecoste. Por último, se analizaron los resultados obtenidos contrastándolos con la bibliografía estudiada y el contexto de la investigación.</p>
Cumplimiento de objetivos	<p>Objetivo 1: Se cumple. Se identifica las principales causas de retraso y sobrecoste en obras tomando en cuenta la revisión bibliográfica de artículos científicos.</p> <p>Objetivo 2: Se cumple. En base al análisis de la información disponible, sobre los procesos de contratación en el sistema de contrataciones estatales, se identifica las características de la muestra de estudio.</p> <p>Objetivo 3: Se cumple. En función a la revisión bibliográfica disponible y a la base de datos del sistema de contrataciones estatales se define las principales causas relacionadas a retraso y sobrecoste en la obra pública boliviana.</p> <p>Objetivo 4: Se cumple. A partir de análisis estadístico se identifica las principales variables que producen retraso y sobrecoste.</p> <p>Objetivo 5: Se cumple. El análisis de los resultados obtenidos tomando en cuenta la revisión bibliográfica ha permitido generar conclusiones. Asimismo, los resultados obtenidos se los analiza en profundidad de acuerdo al contexto de la investigación proponiendo recomendaciones para su mitigación.</p>
Contribuciones	<p>La presente investigación establece un punto de partida para solucionar la problemática de la obra pública en Bolivia, a pesar de las deficiencias conocidas en el sector no existe información precisa y respaldada al respecto. El estudio identifica las principales variables a tomar en cuenta para mitigar los fenómenos de retraso y sobrecoste en obra pública. A la fecha, a pesar de que se realizan grandes inversiones económicas, el estado boliviano no ha analizado la problemática sobre retrasos y sobrecostes, generando pérdidas cuantiosas a un estado que tiene pocos recursos económicos y gran parte de los mismos provienen de préstamos. Por lo indicado, la presente investigación se constituye en un inicio para abordar esta temática.</p>



Recomendaciones	<p>Es necesario realizar un análisis exhaustivo a todos los documentos de licitación, especialmente los aspectos relacionados con el diseño técnico.</p> <p>Por parte de las entidades gubernamentales es necesario elaborar guías y reglamentos estableciendo la calidad con la que tienen que contar los proyectos de construcción.</p> <p>Es necesario desarrollar un sistema adecuado de fiscalización y control de obras.</p>
Limitaciones	<p>La presente investigación está limitada por la documentación disponible en el sistema de contrataciones estatales de Bolivia; en algunos casos esta información está incompleta, ilegible o en formatos no adecuados.</p>

RESUMEN

La obra pública es sumamente importante para el desarrollo de un país ya que busca satisfacer las necesidades de sus habitantes logrando un desarrollo local y conjunto. Actualmente, la obra pública, pese a su rol fundamental, de manera recurrente presenta retrasos y sobrecostes con sus correspondientes consecuencias. Debido a esto, la presente investigación busca identificar y analizar los principales factores que causan retraso y sobrecoste en las obras de ingeniería civil y promoción pública en Bolivia, para así poder establecer medidas para su mitigación.

En base a una revisión bibliográfica se identificaron los principales factores de retraso y sobrecoste de acuerdo a distintos autores. Posteriormente, se clasificaron de acuerdo al objeto y contexto de la investigación. Se revisó la base de datos del sistema de contrataciones estatales de Bolivia, en la cual se analizó y estudio la información y documentación disponible acerca de obras públicas ejecutadas y finalizadas entre los años 2015 a 2020. A continuación, con toda la información sistematizada se seleccionaron los principales factores que ocasionan retrasos y sobrecostes en la obra de promoción pública en Bolivia. Por último, en base a análisis estadístico se determinaron las principales variables que producen retrasos y sobrecostes.

Entre los principales resultados se determinó que solo el 60% de las licitaciones publicadas llegan a contratarse. Asimismo, se identificó que en el sistema de contrataciones estatales no todos los proyectos cuentan con información completa. La investigación determinó que el 70% de las obras de promoción públicas sufren algún tipo de modificación ya sea en plazo, coste o ambas. La probabilidad de existencia de retraso y/o sobrecoste está relacionada con el tipo de obra, región de obra y el coste inicial de proyecto. La investigación determinó que, el principal factor que causa sobrecoste en las obras públicas bolivianas son los cambios en el diseño durante la ejecución de la obra. En relación al retraso de obras, las condiciones climáticas no anticipadas y los conflictos sociales son factores influyentes.

El presente estudio pretende ser una base y un incentivo para iniciar a buscar soluciones reales a través de políticas públicas a los problemas de retraso y sobrecoste en la obra pública en Bolivia.

Palabras Clave: Licitación pública; Construcción; Retrasos; Sobrecoste; Contratación

RESUM

L'obra pública és summament important per al desenvolupament d'un país ja que busca satisfer les necessitats dels seus habitants aconseguint un desenvolupament local i conjunt. Actualment, l'obra pública, malgrat el seu rol fonamental, de manera recurrent presenta retards i sobrecostos amb les seues corresponents conseqüències. A causa d'això, la present investigació busca identificar i analitzar els principals factors que causen retard i sobrecost en les obres d'enginyeria civil i promoció pública a Bolívia, per a així poder establir mesures per a la seua mitigació.

Sobre la base d'una revisió bibliogràfica es van identificar els principals factors de retard i sobrecost d'acord amb diferents autors. Posteriorment, es van classificar d'acord amb l'objecte i context de la investigació. Es va revisar la base de dades del sistema de contractacions estatals de Bolívia, en la qual es va analitzar i estudi la informació i documentació disponible sobre obres públiques executades i finalitzades entre els anys 2015 a 2020. A continuació, amb tota la informació sistematitzada es van seleccionar els principals factors que ocasionen retards i sobrecostos en l'obra de promoció pública a Bolívia. Finalment, sobre la base d'anàlisi estadística es van determinar les principals variables que produeixen retards i sobrecostos.

Entre els principals resultats es va determinar que només el 60% de les licitacions publicades arriben a contractar-se. Així mateix, es va identificar que en el sistema de contractacions estatals no tots els projectes compten amb informació completa. La investigació va determinar que el 70% de les obres de promoció públiques pateixen algun tipus de modificació ja siga en termini, cost o ambdues. La probabilitat d'existència de retard i/o sobrecost està relacionada amb la mena d'obra, regió d'obra i el cost inicial de projecte. La investigació va determinar que, el principal factor que causa sobrecost en les obres públiques bolivianes són els canvis en el disseny durant l'execució de l'obra. En relació al retard d'obres, les condicions climàtiques no anticipades i els conflictes socials són factors influents.

El present estudi pretén ser una base i un incentiu per a iniciar a buscar solucions reals a través de polítiques públiques als problemes de retard i sobrecost en l'obra pública a Bolívia.

Paraules clau: Licitació pública; Construcció; Retards; Sobrecost; Contractació

ABSTRACT

Public works are extremely important for the development of a country as it seeks to satisfy the needs of its inhabitants by achieving local and joint development. Currently, public works, despite its fundamental role, have recurrently delays and cost overruns with their corresponding consequences. Due to this, this research seeks to identify and analyze the main factors that causes delays and cost overruns in civil engineering and public works in Bolivia to establish mitigation measures.

Through a literature review, the main delay and cost overrun factors were identified according to different authors. Next, these factors were classified according to the object and context of the research. The Bolivian database state contracting system was reviewed, in which the information and documentation available about public works executed and completed between 2015 and 2020 was analyzed and studied. Then, with all the information systematized, the main factors that cause delays and cost overruns in public works in Bolivia were selected. Lastly, based on statistical analysis, the main variables that produce delays and cost overruns were determined.

The main results shows that only 60% of the published tenders are actually contracted. Likewise, it was identified that in the state contracting system not all projects have complete information. The research determined that 70% of public works suffer some type of modification, either in terms of time, cost or both. The probability of delay and / or cost overruns occurrence is related to the type of work, region and the initial cost of the project. The research determined that the main factor causing cost overruns in Bolivian public works are changes in the design during the execution of the work. Regarding the delay of works, unanticipated weather conditions and social conflicts are influencing factors.

This research aims to be a basis and an incentive to start looking for real solutions through public policies to the problems of delay and cost overruns in public works in Bolivia.

Keywords: Public tender; Construction; Delays; Overrun; Hiring

INDICE DE CONTENIDO

1.	INTRODUCCIÓN	1
1.1.	Planteamiento del problema	1
1.2.	Justificación de la investigación	2
1.3.	Objetivos	2
1.4.	Alcance	3
1.5.	Estructura del trabajo.....	3
1.6.	Sistema de citas y referencias.....	3
2.	CONTEXTO DE LA INVESTIGACIÓN	4
2.1.	Situación económica en Bolivia.....	4
2.2.	Situación actual del sector de la construcción en Bolivia	6
3.	MARCO TEÓRICO Y ESTADO DEL ARTE.....	11
3.1.	Análisis de retrasos y sobrecostes en la construcción	11
3.2.	Sobrecostes	12
3.3.	Retrasos.....	13
3.4.	Contratación pública de obras de construcción en Bolivia	17
3.4.1.	Definiciones y abreviaciones	17
3.4.2.	Modalidades de contratación	17
3.4.3.	Criterios de selección	18
3.4.4.	Sistema de Contrataciones Estatales (SICOES).....	19
3.4.5.	Modificación de Contrato	20
4.	METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN.....	21
4.1.	Revisión bibliográfica	22
4.2.	Marco teórico y contexto	23
4.3.	Identificación de causas de retraso y sobrecoste	23
4.4.	Definición de la población y tamaño de la muestra de estudio.....	24
4.5.	Recopilación, organización y preparación de los datos	25
4.6.	Análisis estadístico de datos	29
5.	RESULTADOS	34
5.1.	Identificación de causas de retraso y sobrecoste en la construcción de obras de ingeniería civil y edificación a partir de la revisión de literatura	34
5.2.	Análisis de los procesos de contratación registrados en la base de datos del SICOES	36
5.2.1.	Caracterización de la muestra.....	36
5.3.	Identificación de las principales variables que provocan desviaciones de coste y plazo en los procesos de contratación	42
5.3.1.	Análisis descriptivo.....	42
5.3.2.	Análisis de correlación.....	46



5.3.3. Regresión logística.....	49
6. DISCUSIÓN.....	56
7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	61
7.1. Conclusiones.....	61
7.2. Recomendaciones	62
7.3. Limitaciones	62
7.4. Futuras líneas de investigación	62
8. REFERENCIAS.....	63
9. ANEXO: Grado de relación del trabajo con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS). 66	

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1	Categorización de factores de retraso y sobrecoste	15
Tabla 2	Modalidades de contratación vigentes en Bolivia.....	18
Tabla 3	Numero de licitaciones publicadas mayor a 1.000.000 de bolivianos	25
Tabla 4	Cantidad de licitaciones a estudiar por año	25
Tabla 5	Variables de análisis.....	26
Tabla 6	Características de la obra y del proceso de licitación.....	29
Tabla 7	Valores de interpretación de valores de correlación	31
Tabla 8	Clasificación de causas de retraso y sobrecoste.....	34
Tabla 9	Factores seleccionados.....	35
Tabla 10	Proyectos seleccionados como muestra representativa.....	36
Tabla 11	Coste y plazo de muestra estudiada.....	37
Tabla 12	Distribución de muestra por tipo de obra	39
Tabla 13	Distribución de muestra por tipo de promotor.....	40
Tabla 14	Distribución de muestra por región de obra	40
Tabla 15	Distribución de muestra por estrategia de licitación	41
Tabla 16	Test de normalidad Kolmogorov-Smirnov.....	46
Tabla 17	Codificación variables análisis de Spearman	46
Tabla 18	Análisis de correlación, coeficiente rho de Spearman	48
Tabla 19	Correlación de variables	49
Tabla 20	Categorías definidas para cada variable, características propias y de la licitación	50
Tabla 21	Resultados del análisis de regresión logística. Variable dependiente: modificación en coste	50
Tabla 22	Resultados del análisis de regresión logística. Variable dependiente: modificación en plazo	51
Tabla 23	Categorías definidas para cada variable, factores de retraso o sobrecoste	52
Tabla 24	Resultados del análisis de regresión logística, factores de retraso y sobrecoste. Variable dependiente: modificación en coste.....	53
Tabla 25	Resultados del análisis de regresión logística, factores de retraso y sobrecoste. Variable dependiente: modificación en plazo.....	53
Tabla 26	Resultados del análisis de regresión logística según tipo de obra. Variable dependiente: modificación en coste y plazo	54
Tabla 27	Resultados del análisis de regresión logística según región de obra. Variable dependiente: modificación en coste y plazo.....	54
Tabla 28	Resultados del análisis de regresión logística según coste inicial de contrato. Variable dependiente: modificación en coste y plazo.....	55

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 PIB per Cápita en Bolivia 2009-2019	5
Figura 2 Porcentaje de crecimiento del PIB Anual en Bolivia	5
Figura 3 Población ocupada según actividad económica en Bolivia	7
Figura 4 Índice Global de Actividad Económica (IGAE) por Sector Económico	8
Figura 5 Cantidad de empresas registradas relacionadas con el rubro de la construcción	8
Figura 6 Inversión pública anual por sectores	10
Figura 7 Diagrama de Pareto-Principales causas y su incidencia	14
Figura 8 Fases, actividades, plazos y formularios necesarios en licitación pública	20
Figura 9 Esquema de metodología de investigación	22
Figura 10 Muestreo y selección de artículos	23
Figura 11 Representación de regresión logística	32
Figura 12 Caracterización por presencia de modificación de contrato	37
Figura 13 Caracterización por tipo de modificación de contrato	38
Figura 14 Caracterización por tipo de obra	38
Figura 15 Caracterización por tipo de promotor	39
Figura 16 Caracterización por región de obra	40
Figura 17 Caracterización por estrategia de licitación	41
Figura 18 Caracterización por baja de licitación	42
Figura 19 Diagrama de cajas y bigotes coste inicial de contrato	43
Figura 20 Diagrama de cajas y bigotes plazo inicial de contrato	43
Figura 21 Diagrama de cajas y bigotes número de proponentes	44
Figura 22 Diagrama de cajas y bigotes porcentaje de baja	44
Figura 23 Histograma coste inicial de contrato	45
Figura 24 Histograma plazo inicial de contratación	45

1. INTRODUCCIÓN

1.1. Planteamiento del problema

La obra pública es una herramienta fundamental de cualquier gobierno ya que mediante ella se busca satisfacer las necesidades de sus habitantes logrando un desarrollo local y conjunto. Los insumos utilizados en este tipo de obras tienen el carácter de “recursos públicos”, por lo que son generados a favor del estado mediante el movimiento realizado por su población. En tal sentido, la obra pública utiliza los recursos de su misma población a través de la gestión del estado (Chan, 2012).

En Bolivia, la contratación pública en el sector de la construcción representa el 62% del presupuesto total invertido en contrataciones públicas (INE, 2020). Esto implica que la construcción es un área con gran movimiento económico y con gran implicación en la generación de empleos. Al ser obras de uso público como carreteras, hospitales, escuelas entre otros, es necesario que se cumpla con lo proyectado, tanto en coste como en plazo y en calidad (Ismail Abdul et al., 2013).

De acuerdo a Idrees y Shafiq (2021) existen diferentes dificultades en obras públicas desde la concepción del proyecto hasta la conclusión del mismo. Por ejemplo, durante el proceso de licitación se presentan inconvenientes debido a requerimientos demasiado estrictos, documentos de licitación confusos, ganadores de concursos de licitación con demasiadas observaciones, entre otros. De la misma manera, durante el desarrollo y la construcción de obra se tropiezan con diversos problemas como diseños alejados de las características de las obras pasando a problemas políticos y sociales (Idrees y Shafiq, 2021).

Todo este tipo de dificultades tienen como consecuencia obras mal ejecutadas, sobrecostes, ampliación de plazos o aún peor, obras inconclusas que repercuten en el bienestar de la población y en la economía del estado (Al-Kharashi y Skitmore, 2009).

Por todo lo explicado anteriormente, se considera necesario analizar cuáles son los principales problemas y causas que provocan retrasos y sobrecostes en la obra pública en Bolivia.

1.2. Justificación de la investigación

La industria de la construcción juega un rol importante en el crecimiento socio económico de un país (Idrees y Shafiq, 2021). En términos económicos contribuye de manera significativa en el crecimiento del Producto Interno Bruto – PIB de un país. También incrementa la calidad de vida de sus ciudadanos proveyendo la infraestructura necesaria como caminos, hospitales, escuelas y otras necesidades básicas en cualquier población (Ismail Abdul et al., 2013). Por este motivo, es fundamental que los proyectos de construcción sean completados de manera correcta en términos de tiempo, presupuesto y calidad (Ismail Abdul et al., 2013). Sin embargo, la industria de la construcción siempre presentó problemas históricos referidos a contratiempos, calidad y productividad insatisfactoria, sobrecostes, retrasos, desperdicios, entre otros (Frimpong et al., 2003). En especial los sobre costes y retrasos son comúnmente reportados en países que se encuentran en desarrollo, como es el caso de Bolivia (Cantarelli, 2003).

En los últimos años, especialmente a partir del año 2008, en Bolivia la industria de la construcción pública ha tenido un crecimiento notable principalmente por el incremento de la inversión pública. Este incremento de inversión se debió especialmente al crecimiento económico del país. Sin embargo, este crecimiento en la industria de la construcción ha sido afectado de sobre manera por sobrecostes y retrasos en una gran cantidad de proyectos (INE, 2020).

A pesar del conocimiento del gran problema que existe en la industria de la construcción pública en Bolivia, no existen datos concretos ni estudios relacionados con el tema. La mayoría de los documentos están relacionados con opiniones de los actores vinculados con la industria de la construcción, ya sea por parte del gobierno o de profesionales en el área, por lo que normalmente están afectados por percepciones individuales o lineamientos ya establecidos de acuerdo a su posición. En tal sentido, de acuerdo a la legislación vigente, a fin de establecer una política de transparencia y anticorrupción, es obligatorio que las entidades contratantes suban información a una plataforma de acceso público acerca de los proyectos de construcción, incluyendo cualquier tipo de modificación con el contrato inicial debidamente respaldado.

En resumen, sabiendo la gran cantidad de problemas que existe en lo referente a sobrecostes y retrasos en la obra pública de construcción en Bolivia, es necesario determinar cuáles son los factores que provocan estos inconvenientes en base a un estudio serio y estadístico que muestre una perspectiva real de lo que acontece, y sirva de base para empezar a plantear posibles soluciones de este problema.

1.3. Objetivos

Objetivo general:

- Analizar los principales factores que causan retrasos y sobrecostes en las obras públicas en Bolivia.

Objetivos específicos:

- 1) Identificar causas de retraso y sobrecoste en la construcción de obras de ingeniería civil y edificación a partir de la revisión de la literatura.
- 2) Analizar la información de los procesos de contratación registrada en el Sistema de Contrataciones Estatales de obras de ingeniería civil y edificación de promoción pública en Bolivia.
- 3) Identificar las causas que provocan desviaciones de coste y plazo en el proceso de contratación y construcción de obras de ingeniería civil y edificación de promoción pública en Bolivia.

- 4) Identificar las principales variables que producen retraso y sobrecoste en las obras de ingeniería civil y edificación de promoción pública en Bolivia.
- 5) Establecer conclusiones y recomendaciones para mitigar la existencia de fenómenos causantes de retraso y sobrecoste

1.4. Alcance

El trabajo se limita al estudio de proyectos de construcción de obras de ingeniería civil y edificación de promoción pública licitadas y concluidas en el periodo comprendido entre 2015 y 2020. El análisis se realiza sobre la base de datos del Sistema de Contrataciones Estatales (SICOES) del Estado Boliviano en aquellos proyectos cuyo coste de licitación es mayor a Bs 1.000.000 (un millón de pesos bolivianos) o su equivalente en dólares 143.000 USD (ciento cuarenta y tres mil dólares americanos).

1.5. Estructura del trabajo

El Capítulo 1 introduce el tema de estudio de la presente investigación, se presenta el planteamiento del problema, la justificación, se establecen los objetivos generales y específicos de la investigación, se determina el alcance y se explica el sistema de citas y referencias empleados.

El Capítulo 2 presenta un análisis de la situación económica y de la construcción en Bolivia, de manera que se establecen las bases sobre las que se desarrolla la presente investigación en función del contexto boliviano.

Posteriormente, en el Capítulo 3, se describe la información y los conceptos básicos necesarios para la comprensión de la presente investigación. Además, se analizan métodos y clasificaciones realizados por distintos autores en estudios similares.

El Capítulo 4 detalla la secuencia utilizada en la investigación. Explica los criterios utilizados en la búsqueda bibliográfica, describe cómo se determinó la muestra de estudio, indica el procedimiento usado para la recopilación, organización y preparación de datos. Por último, se detalla los análisis estadísticos utilizados en la información recolectada.

Posteriormente, en el Capítulo 5, se presentan los resultados obtenidos de la revisión bibliográfica, clasificando las causas y factores que provocan retrasos y sobrecostes en obras públicas de Bolivia. Seguidamente, en base a los análisis estadísticos realizados se muestran las variables que influyen en la presencia del fenómeno.

En el Capítulo 6 en base a los resultados obtenidos se procede a analizarlos en profundidad, contrastándolos con la bibliografía estudiada e indagando sus orígenes de acuerdo al contexto de la investigación.

Por último, en el Capítulo 7, se establecen las conclusiones en base a los objetivos de la investigación, se proponen recomendaciones para mitigar la existencia de estos fenómenos y se sugieren futuras líneas de investigación.

1.6. Sistema de citas y referencias

El sistema de citas y referencias utilizado en el presente documento sigue lo indicado por la American Psychological Association según el manual de estilo APA (7ma Edición). El manual se puede consultar en <https://apastyle.apa.org/>.

2. CONTEXTO DE LA INVESTIGACIÓN

La presente investigación se desarrolló en el Estado Plurinacional de Bolivia. Bolivia se encuentra en la zona central de Sudamérica, su extensión territorial abarca un total de 1.098.581 kilómetros cuadrados. Limita al norte y este con Brasil, al oeste con Perú, al sur con Argentina, al sudeste con Paraguay y al sudoeste con Chile. Bolivia no cuenta con salida al mar, por lo que es considerado un país sin litoral.

Geográficamente se extiende desde los andes centrales hasta la amazonia pasando por el chaco, por lo que cuenta con tres zonas geográficas predominantes que son la zona andina, zona subandina y los llanos. De acuerdo al último Censo Nacional de Población y Vivienda, realizado el 2012, Bolivia cuenta con 10.027.254 habitantes (INE, 2020).

2.1. Situación económica en Bolivia

Bolivia es un país que históricamente se caracterizó por tener una de las economías más débiles de Latinoamérica, situándose en los últimos puestos de acuerdo al índice de Producto Interno Bruto (Banco Mundial, 2011).

En el año 2017, Bolivia ocupó la posición 118 de 189 países en Índice de Desarrollo Humano (IDH) publicado por un informe de la ONU. El IDH es un indicador compuesto por tres dimensiones básicas en el desarrollo humano que son la salud, educación e ingresos. De acuerdo al informe publicado, el IDH de Bolivia es de 0.693, por lo que el país se sitúa dentro del grupo de países de desarrollo humano medio, debido principalmente al incremento de ingresos y de la esperanza de vida al nacer. Pero, por el contrario, las cuestiones como la calidad del sistema educativo y la cobertura en salud siguen siendo puntos defectuosos dentro del país y necesitan una urgente mejora.

Otro punto sumamente llamativo en la economía boliviana es el dominio de la economía sumergida en el país. De acuerdo a los datos elaborados por la Organización Internacional del Trabajo (OIT), el sector informal es de los mayores en América Latina junto con Honduras y Nicaragua. Se estima que alrededor del 75.1 % de los empleos son informales, contrastando con la región donde el sector informal ronda el 50 % de los empleos. Otro problema en el país es el contrabando, al no contar con litoral y siendo los costes de importación caros debido a aranceles y transporte, se estima que entre los años 2005 y 2007 el contrabando represento un monto económico alrededor de los 1.200 millones de dólares, representando más de un tercio de las importaciones totales del país (CEPAL, 2018).

A partir del año 2010 la economía boliviana empezó a crecer de manera notable, este crecimiento se debió principalmente al auge de las exportaciones, destacándose los sectores de hidrocarburos y minería, teniendo precios internacionales sumamente altos, esta subida de precios también vino de la mano de una política de nacionalización de materias primas, como parte del plan económico del gobierno de Evo Morales. Estas nuevas políticas favorecieron la expansión económica y el desarrollo social del país, pero tuvo como consecuencia un modelo económico y de crecimiento sumamente dependiente de los ingresos procedentes de hidrocarburos, en específico del gas natural.

A partir del año 2015 inicia una etapa de decremento del coste de hidrocarburos a nivel internacional. En el año 2016 el PIB de Bolivia alcanza una tasa de crecimiento de 4.3 %, en el año 2017 un crecimiento de 4.2% y en el 2018 también una tasa de 4.2 %. Este crecimiento económico durante este periodo, ya habiendo terminado el auge del precio internacional de hidrocarburos, se debió principalmente a un fuerte aumento de la inversión y del gasto público en el marco del Plan de Desarrollo Económico y Social (PDES) 2016-2020. En este periodo, el Gobierno realizó una inversión pública de 48.500 millones de dólares, acompañada por una



inversión privada de aproximadamente 10.000 millones de dólares. Asimismo, se implementó iniciativas sociales basándose en la entrega de bonos a la población, como ser el Bono Juancito Pinto enfocado en reducir las tasas de abandono escolar, la Renta Dignidad para las personas de tercera edad, o el Bono Juana Azurduy enfocado a reducir la tasa de mortalidad infantil o en prenatales (Bolivia, 2020).

Figura 1

PIB per Cápita en Bolivia 2009-2019. Fuente: Adaptado de INE (2020)

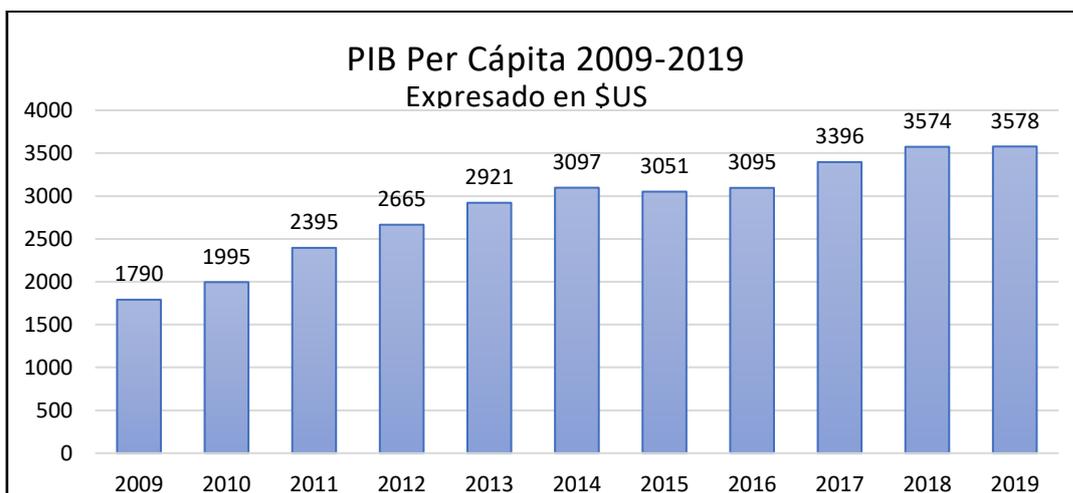
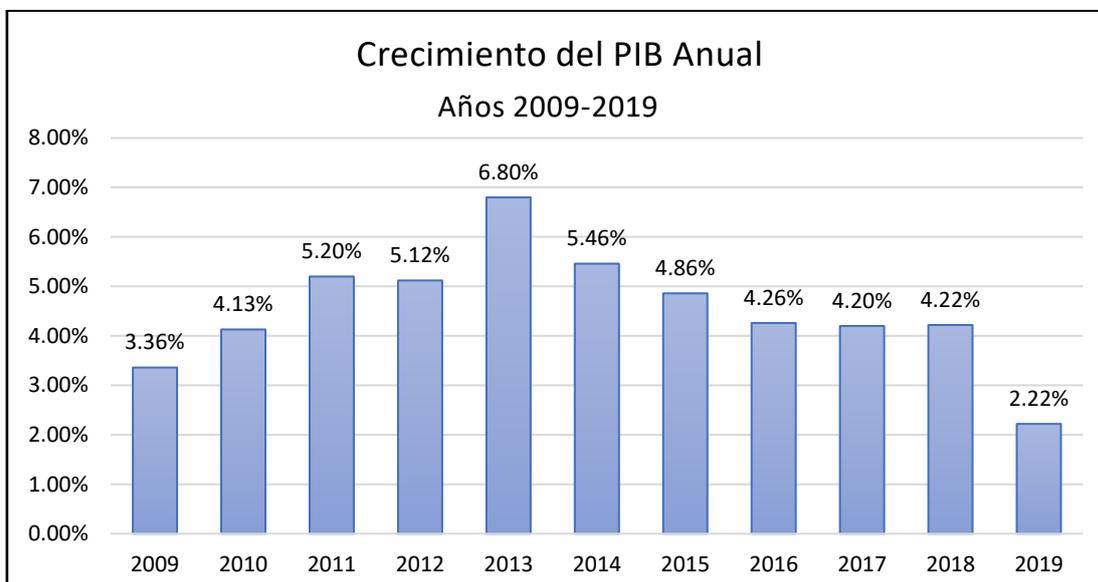


Figura 2

Porcentaje de crecimiento del PIB Anual en Bolivia. Fuente: Adaptado de INE (2020)



A partir del año 2019 Bolivia entra en una etapa de recesión económica en comparación a los anteriores años con el crecimiento económico que marca la cifra de 2.2 %. Este retroceso se debe principalmente a los conflictos políticos sociales suscitados durante el último trimestre del año, que provocó una parálisis casi total de las actividades económicas del país.



Distintos estudios y proyecciones revelan que la economía a corto plazo del país se verá fuertemente afectada por los distintos problemas socio políticos suscitados últimamente, además del problema mundial del Covid 19. Esto resulta aún más agravado con la poca inversión privada que existe en el país, en el que se calcula que apenas un tercio de la inversión es privada (INE, 2020).

- En los últimos años debido al decrecimiento económico y de las exportaciones se tiene como consecuencia un déficit fiscal y de cuenta corriente. En el año 2019 los desequilibrios fiscales y de la balanza por cuenta corriente ascendieron a 7.2 % y 3.2 % del PIB respectivamente.
- Los déficits fiscales y de cuenta corriente generaron un crecimiento del endeudamiento público externo 57.5% y 28.8% del PIB en 2018 y 2019, respectivamente.
- Las reservas internacionales de Bolivia se han reducido drásticamente, llegando a representar la mitad desde el año 2014.

2.2. Situación actual del sector de la construcción en Bolivia

El sector de la industria de la construcción es estratégico para el crecimiento de la economía del país. A partir del mismo se genera la base para el desarrollo de diversos sectores económicos, es fundamental en los procesos de crecimiento y desarrollo nacional, generando infraestructura física como aeropuertos, carreteras, viviendas, hospitales, sistemas de riego, escuelas entre otros, así como también la generación de empleo.

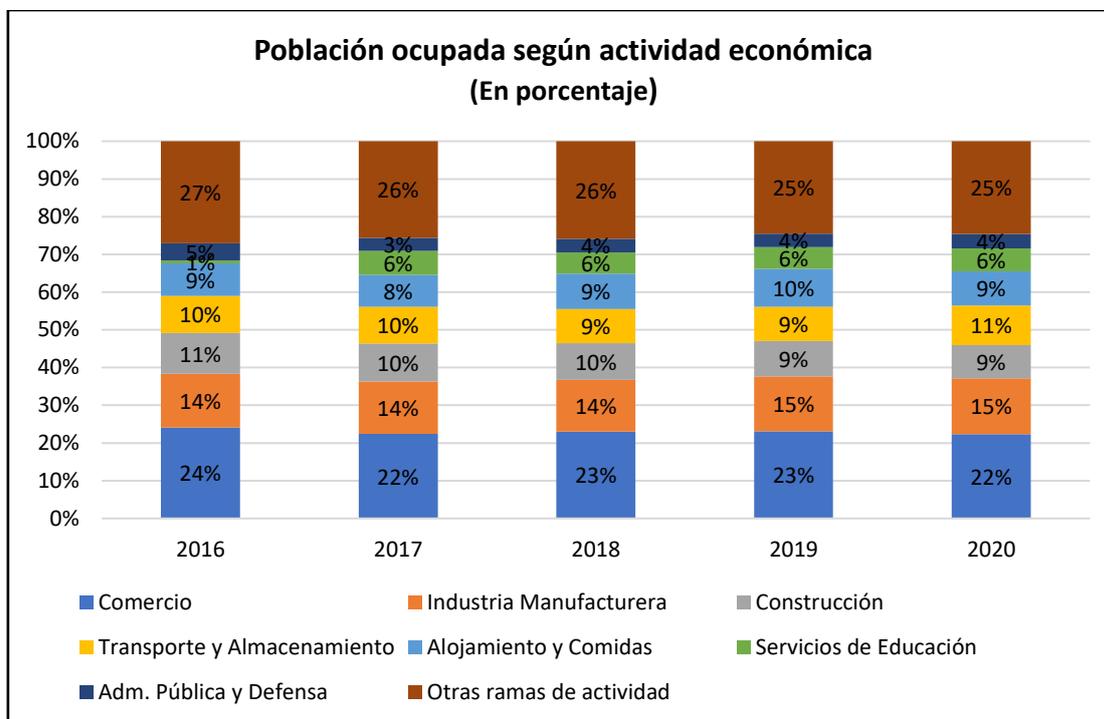
No obstante, al igual que afecta la economía, es afectada por ella. En lo referente al sector privado, la construcción de edificaciones depende del comportamiento de los precios de los insumos y mano de obra utilizados, de las tasas de interés, así como del acceso al crédito, entre otros. Por otro lado, el sector de la infraestructura pública depende tanto del nivel de ingresos del Estado como de la decisión de inversión.

El sector de la construcción es transversal a todos los sectores de la economía, heterogéneo, pro cíclico y volátil en su crecimiento, en varios sentidos es un termómetro de la economía en su conjunto, y su desempeño señala tendencias en tal sentido. Su dinámica depende de la demanda de los otros sectores y en el caso de la inversión pública de la densidad de obras, medida que hace referencia no solo a los montos de presupuesto, si no a la cantidad y frecuencia de obras ejecutadas por los distintos niveles de gobierno. Una característica en el sector de la construcción es que tiene pocas barreras de ingreso o salida, lo que lo hace muy competitivo y en momentos vulnerable por la presencia de la informalidad, o empresas dispuestas a bajar precios asumiendo riesgos de liquidez a lo que se suma la participación de empresas internacionales, que tienen ventajas muy grandes a la hora de constituir las garantías requeridas para participar en obras públicas.



Figura 3

Población ocupada según actividad económica en Bolivia. Fuente: Adaptado de Cámara Boliviana de la Construcción (2018)



Algunos problemas crecientes son la mora en los pagos, la baja calidad de los documentos de pre inversión y la alta incidencia de ejecución de boletas, lo que genera un círculo vicioso con difícil acceso a boletas bancarias e incluso a pólizas de caución. En general, contratar con el Estado, que seguirá siendo el principal demandante individual de servicios de construcción, se ha tornado en una actividad con un riesgo mayor al que supone la sola actividad de construir (Cámara Boliviana de la Construcción, 2018).

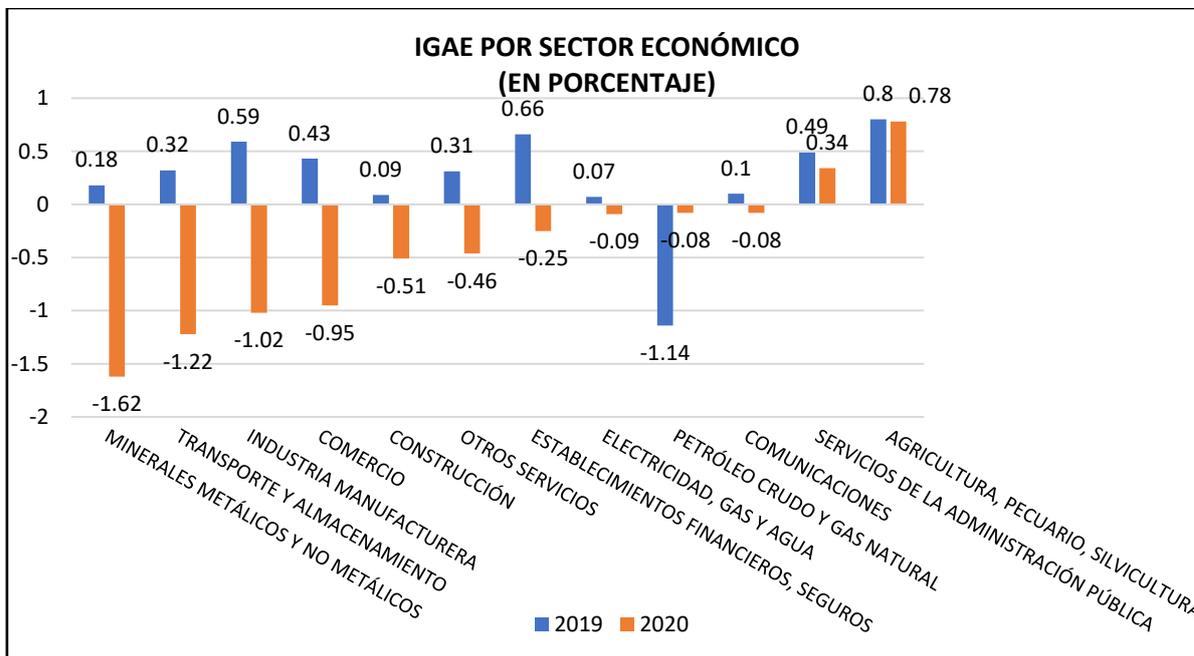
La formación Bruta de Capital en construcción proporciona una aproximación válida a la composición de la demanda del sector. Cerca del 78% de las oportunidades de negocio se generan en el sector estatal, y la diferencia de 22% nace en el ámbito privado. En proporción, la actividad de construcción con el Estado, incluyendo todos los niveles además de unidades descentralizadas como ser universidades, sistemas de salud y otras, es tres veces más grande que lo privado (Cámara Boliviana de la Construcción, 2018). Dicho ello, cabe anotar que la inversión pública, luego de haber crecido exponencialmente desde 2009, ha llegado a un punto de inflexión visible en el caso de la administración departamental y local. En el nivel central se mantiene la inversión y ello se explica en el acceso a financiamiento externo que suple las brechas que deja las bajas rentas de venta de gas.

Otro parámetro que nos puede dar una idea acerca de la situación de la construcción en Bolivia y su relación con el movimiento económico del país es el Índice Global de Actividad Económica (IGAE). El IGAE es un indicador que muestra la evolución de la actividad económica del país, con periodicidad mensual. Se define como un índice sintético mensual, cuyo objetivo es el de proporcionar una estimación de medición del comportamiento de la actividad económica en el corto plazo (INE, 2020). En el año 2020 el sector de la construcción disminuyó llegando a valores de decrecimiento, estos valores son causados por los problemas políticos suscitados durante el último semestre del año 2019 además de la pandemia mundial del año 2020.



Figura 4

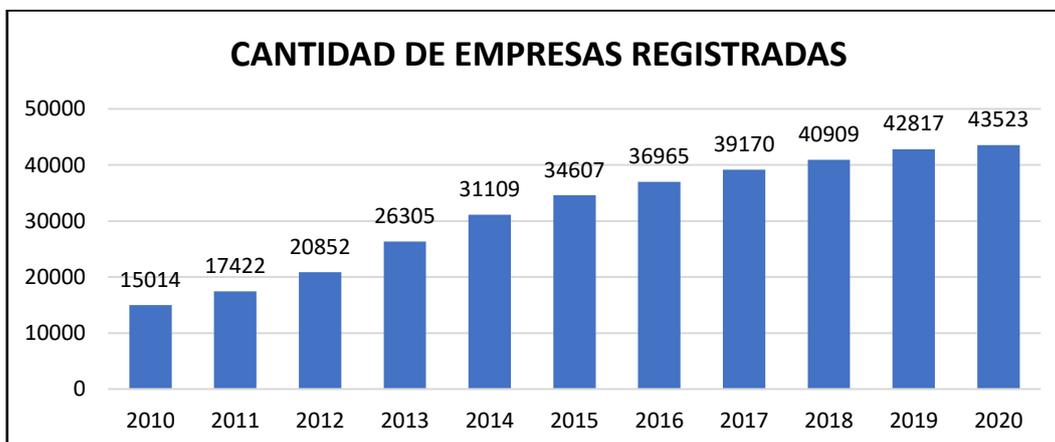
Índice Global de Actividad Económica (IGAE) por Sector Económico. Fuente: Adaptado de Instituto Nacional de Estadística (2020)



En el análisis de la estructura empresarial del sector se puede apreciar una subida en el número de empresas, llegando a un poco más de 39.000 en enero de 2018 (FUNDEMPRESA, 2020). Sin embargo, cabe aclarar que el dato incluye todo tipo de empresas ligadas al sector, incluyendo proveedoras de servicios, insumos locales e importadoras de material y equipos en general. El sector no tiene barreras de ingreso y salida, lo que, en un entorno de dinámica, como la que se vivió, naturalmente debió traducirse en mayor número de actores, muchos de ellos con estructura unipersonal. Adicionalmente, si se toma solamente a las empresas que abrieron registro por primera vez en un año y las que renovaron, se puede apreciar que las empresas activas son la mitad de las reportadas en la base empresarial. La evolución en la inscripción de empresas relacionadas con la construcción muestra un descenso desde el año 2013, mientras que la cancelación una subida en el periodo de tiempo.

Figura 5

Cantidad de empresas registradas relacionadas con el rubro de la construcción. Fuente: Adaptado de FUNDEMPRESA (2020)



La importancia del sector constructor se refleja en su capacidad de empleo, con un dato cercano a los 500.000 puestos a finales del 2017. Esta cifra representa el triple de lo que se registró en 2005. Otro dato relevante es el incremento en el salario mínimo nominal, mismo que subió por encima del promedio de otros sectores en la economía nacional (Cámara Boliviana de la Construcción, 2018).

Si bien el sector, generó más utilidades, es necesario anotar que la utilidad promedio tuvo una dinámica menor a la global. Muchas empresas pequeñas y nuevas participaron en los negocios, fraccionándolos, pero posiblemente perdiendo capital al punto de cerrar. Con todo, así como subió la utilidad, es necesario anotar que una parte de ésta correspondió a empresas extranjeras que, por ejemplo, la entidad encargada del manejo y construcción de las carreteras bolivianas, la Administradora Boliviana de Carreteras (ABC), participó en cerca del 73.87% durante el periodo de 2006 a 2017. También, cabe anotar que igualmente subió la participación en el pago de impuestos del sector, pasando su aporte cerca del 1.5% de la recaudación total en 2005, a más del 5% en 2016 nacional (Cámara Boliviana de la Construcción, 2018).

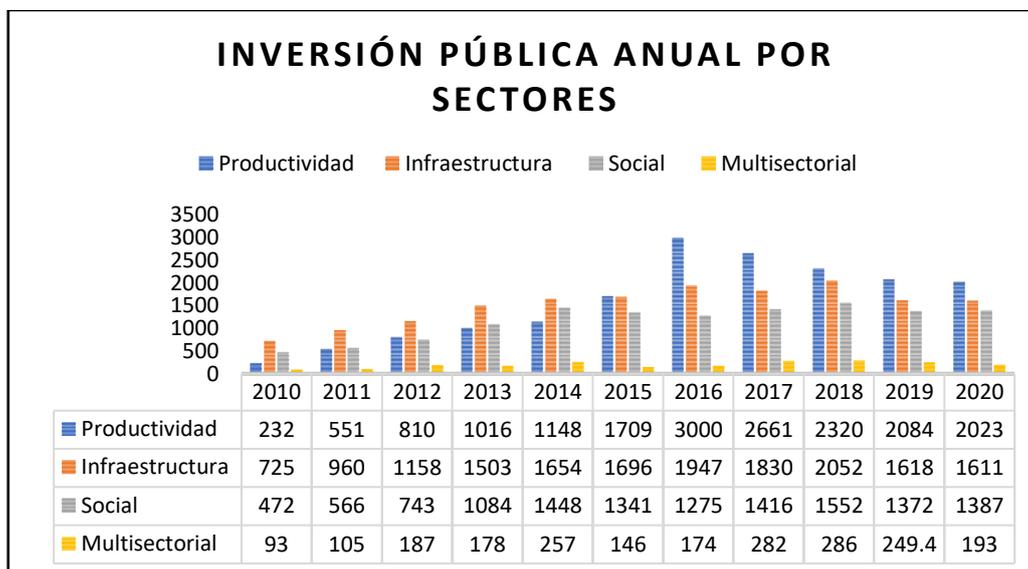
El conjunto de factores ligados al flujo de las rentas y divisas, que por el sector público se tradujeron en mayor inversión pública, y por el privado liquidez, impulsaron una apreciación del tipo de cambio real en la economía. En consecuencia, esta variable, que contrasta precios en sectores transables y no transables, sintetiza varios efectos sobre los determinantes que inducen a la dinámica en el sector constructor. Una apreciación del tipo de cambio, por la llegada de divisas, la subida del ingreso y la inversión, induce a un crecimiento de los no transables, y entre ellos, uno de los más relevantes es la construcción.

Tanto la inversión privada como pública son determinantes del crecimiento de la construcción. En términos de peso relativo, cerca del 60 % de la expansión del PIB constructor se debe al impulso de la inversión pública y el 40 % restante se origina en el ámbito privado. En el caso de la inversión privada, uno de los factores que incide en su crecimiento es la inversión pública. Si la inversión pública se incrementa en un 100 % en el largo del plazo, de manera permanente, la inversión privada lo haría en 35 % nacional (Cámara Boliviana de la Construcción, 2018). Dicho fenómeno resulta del hecho que la inversión pública abre nuevas oportunidades para que la privada pueda desarrollarse. Una carretera permite que inversiones privadas en construcción se puedan ampliar. Por ejemplo, en servicios de logística, turismo, hotelería y otras actividades. Entonces, para la propia inversión privada en construcción es importante la tendencia de la inversión pública en el país.

La inversión pública en construcción es sensible a su propio ciclo, en la medida que esta se ejecuta en importante proporción, genera inercia que se extiende en el tiempo, e induce a mayor inversión posterior. Esto se explica en la duración de los proyectos, pero también en la complementariedad. Una obra pública como una presa de agua, genera inversiones posteriores para aducción y sistemas de riego; mientras que la primera obra puede ser ejecutada a nivel nacional, las obras subsiguientes pueden ser de nivel local.

Figura 6

Inversión pública anual por sectores. Fuente: Adaptado de Banco Central de Bolivia (2020)



En el sector de la construcción, es inevitable anticipar una desaceleración en la inversión privada en la construcción y ello podría estar ligado al escenario de sobre oferta de bienes que gradualmente se debe corregir. Entonces, la dinámica de crecimiento estará afincada en el sector estatal. En términos cualitativos se anota que existe un importante monto de recursos que el Estado tiene ya contratados para desembolsar.

3. MARCO TEÓRICO Y ESTADO DEL ARTE

3.1. Análisis de retrasos y sobrecostes en la construcción

Los proyectos de construcción pública son aquellos proyectos financiados, manejados y operados por el gobierno para el beneficio de su población. Los atributos para que los proyectos de construcción se consideren exitosos incluyen el cumplimiento del presupuesto, que estos terminen a tiempo según los criterios de calidad, especificaciones técnicas y satisfacción de todas las partes intervinientes (Al-Kharashi y Skitmore, 2009). Sin embargo, los sobrecostes y retrasos son problemas comúnmente reportados durante la ejecución de proyectos públicos de construcción, especialmente en las industrias de construcción de países en fase de desarrollo. Los atrasos en los proyectos del sector público tienen como consecuencia costes adicionales, reclamos, disputas y mal entendimiento político entre las partes intervinientes. Adicionalmente, los proyectos públicos son considerados como una medida del bienestar político y económico de una población, por lo que tienen una inmensa inmersión política respecto a su finalización. Cualquier retraso o sobrecoste en los proyectos del sector público no solo resulta en un desempeño deficiente del proyecto, sino que también genera críticas de los titulares de cargos públicos relacionados por realizar mal uso del dinero de los contribuyentes, que se trata de la población en general (Idrees y Shafiq, 2021).

Las características de los proyectos de construcción, ya que se tratan de proyectos dinámicos y con un alto grado de incertidumbre, provocan que comúnmente se acepte los retrasos y sobrecostes como algo común e inevitable. Otra característica importante de la construcción es la competencia entre las mismas empresas que ejecutan los proyectos. La competencia entre ellas provoca que las empresas ganadoras para ejecutar las obras sean aquellas que tengan la oferta más baja, dado que las empresas de construcción suelen depender de diversos enfoques de financiación para satisfacer sus necesidades de capital durante la construcción, la restricción financiera inherente ejerce una mayor influencia sobre los costes generales y la ganancia final si no se pueden controlar los factores clave que influyen en los costes (Cheng, 2014).

Los retrasos en cualquier construcción afectan directamente los costes de la misma. De acuerdo a Al-Kharashi y Skitmore (2009), los problemas de retrasos en la construcción de obras desde el punto gubernamental provocan los siguientes inconvenientes:

- Confusión en las estrategias de desarrollo público.
- Alteración del plan de ejecución presupuestaria de la autoridad de gobierno involucrada.
- Inconvenientes con la población debido a la no entrega del proyecto.

Desde el punto de vista del contratista provoca:

- El periodo de construcción se vuelve más largo.
- Los periodos más largos de construcción implican costes generales más largos.
- El capital de trabajo del contratista se ve atrapado solamente en un proyecto.
- La ganancia del contratista disminuye ya que solamente está envuelto en un proyecto.

El sobrecoste y retrasos es un fenómeno global en la industria de la construcción, rara vez se terminan los proyectos de acuerdo al presupuesto y cronograma planificado. De acuerdo a Flyvbjerg et al. (2003), en un estudio de 258 proyectos en 20 naciones con un coste aproximado de 90 billones de dólares americanos con precios entre 1.5 millones y 8.5 billones se identificó que nueve de cada diez proyectos de infraestructura de transporte presentaban sobrecoste con un promedio de 28 % del presupuesto inicial, además se identificó que la estimación de costes no mejoró en los últimos 70 años. En un estudio similar Cantarelli (2003) identificó que de 87



proyectos (29 proyectos de caminos, 28 proyectos de ferrocarriles y 30 proyectos de enlace) el sobrecoste es un problema común con un promedio de sobrecoste equivalente al 10.3% del coste inicial. Según Endut et al. (2005) de acuerdo a un estudio de 359 proyectos, 308 públicos y 51 privados, solamente 46.8 % del total de proyectos públicos y 37.2 % del total de proyectos privados se completaron con el presupuesto planeado con una desviación del 2.08 %.

La industria de la construcción en países desarrollados, como Reino Unido, también tienen los mismos inconvenientes, donde aproximadamente un tercio de los clientes de proyectos de construcción presentaron quejas debido a que los mismos presentaron un incremento en su presupuesto (Jackson, 2002).

En cuanto a estudios en Sudamérica, Santos et al. (2015) estudió las causas de sobrecoste y retraso en obras de edificación municipal de Belo Horizonte- Brasil y concluyó que 72 % de 145 proyectos evaluados presentaban sobrecoste y que 71 % de 238 contratos presentaron retraso.

3.2. Sobrecostes

Los sobrecostes generalmente son causados por una ineficaz gestión de construcción y un pobre sistema de manejo de costes. Otros factores que afectan incluyen herramientas y equipos inadecuados o ineficientes, falta de fuentes de materiales en el entorno local o sitios topográficamente irregulares (Charoenngam y Sriprasert, 2001).

Niazi y Painting (2017) presentan la corrupción, el atraso de pagos por parte del cliente y las dificultades financieras por parte de las constructoras como las tres principales causas del incremento de costes en Afganistán. Sin embargo, la causa más común en la que estaban de acuerdo todos los entrevistados fue el retraso de la aprobación de proyectos.

Azhar et al. (2008) encontraron que las principales causas que provocan sobrecostes son la variación en el precio de materiales, dificultades financieras por parte de los constructores y el flujo de fondos. Sin embargo, determinó que las diez principales causas están relacionadas con la falta de control de costes.

En un estudio realizado en Gaza por Enshassi et al. (2009) se determinó que los diez principales factores que causan sobrecoste incluyen la fluctuación del precio de los materiales, atrasos en la construcción, suministro de materias primas, cambios en el valor de la relación con el dólar, monopolio de materiales por parte de algunos proveedores, ausencia de control de planeamiento y monitoreo durante las etapas de diseño y ejecución, modificaciones en los planos de diseño e inadecuado cálculo de cantidades.

El estudio de Hoai (2008), identificó que los cinco factores principales que causan sobrecostes en proyectos de larga duración de construcción son: mala gestión, administración y supervisión en el sitio de obra, mala asistencia por parte de la gerencia, dificultades financieras por parte del cliente y los cambios de diseño.

En un estudio realizado acerca de proyectos de infraestructura en Nigeria se concluyó que los principales factores de sobrecostes fueron las fluctuaciones de precios, financiamiento y pago de los trabajos completados, pobre gerenciamiento de obra, atraso de cronograma, cambios en el sitio de obra, estimaciones inadecuadas, falta de material, importación de materiales, trabajos adicionales, cambios en el diseño, subcontratistas, factores climáticos, errores y discrepancias en los contratos y prácticas fraudulentas (Omorigie y Radford, 2021).

El análisis realizado por Memon et al. (2011) identificó 59 factores comunes que provocan sobrecostes, en los que los más importantes fueron el mal diseño y atraso en los mismos, duración de contrato irrealista y la falta de experiencia.



Apolot et al. (2011) investigó los proyectos con retrasos y sobrecostes en el sector público de Uganda, reportando que las principales causas fueron el cambio de alcance, mal monitoreo y control, atrasos en los pagos al contratista, gran inflación y la tasa de interés.

En el estudio de Flyvbjerg et al. (2002) sobre la subestimación de costes en los proyectos públicos, los autores dividen la subestimación de costes en cuatro tipos: aspectos técnicos, aspectos económicos, aspectos psicológicos y aspectos políticos, los cuales se detallan brevemente a continuación.

- Aspectos técnicos: Errores en la estimación de costes en términos técnicos provocados por datos y metodologías inadecuadas, errores involuntarios, falta de experiencia por parte del consultor.
- Aspectos económicos: Falta de herramientas por parte de los diseñadores para obtener estimaciones precisas por lo que terminan rebajando los costes. Asimismo, el uso ineficiente de los recursos puede provocar sobrecoste. En lo referente al área pública, la política de financiamiento provoca que el coste de proyecto sea rebajado para obtener financiación, mientras más bajo sea el coste del proyecto se ve más atractivo para las instituciones financiadoras.
- Aspectos psicológicos: De acuerdo a la teoría dentro de la psicología de la gente se encuentra establecida la teoría del sesgo de optimismo y la falacia de la planificación. Esta teoría indica que los planificadores tienen una tendencia a subestimar el tiempo, los costes y los riesgos, pero a sobre estimar los beneficios del proyecto.
- Aspectos políticos: Muchos proyectos tienen costes subestimados debido a cuestiones políticas, los desarrolladores de proyectos rebajan los costes de proyecto a conveniencia o para lograr objetivos en el ámbito político.

3.3. Retrasos

De acuerdo a Anastasopoulos et al. (2012) los proyectos de construcción que tienen un cierto grado de complejidad, de gran tamaño y con condiciones de operación especiales los hace vulnerables a sufrir atrasos por las condiciones climáticas. Por su parte, Sriprasert (2001) realizó un estudio en Tailandia identificando las posibles causas de retraso en la que se destaca la espera de información, la compra de materiales, demoras en el diseño y mala dirección de obra.

Sepasgozar et al. (2015) menciona siete causas principales de retrasos en proyectos de construcción que son: aspectos económicos, aumentos en el alcance de obra, cambios en el proyecto durante la etapa de construcción, condiciones generales del sitio, diseño ineficiente, errores constructivos y condiciones climáticas.

En América, un estudio realizado por Ahmed y Azhar (2012) encontró 38 causas principales de retrasos, en las que se destaca el atraso tecnológico de la obra, el cambio de órdenes, errores constructivos, falta de comunicación entre partes y el proceso financiero. En el mismo contexto, dos estudios más fueron realizados, por Frimpong et al. (2003) en el que se identifican un total de 49 causas de retraso provenientes de la ejecución de proyectos de construcción, en las que se distingue la calidad del material, condiciones de suelo inesperadas, errores constructivos, falta de personal técnico, mal manejo de proyecto y mala distribución de la mano de obra.

Marzouk y El-Rasas (2014) presentaron las diez causas principales de retraso entre las que se destaca la baja productividad de la mano de obra, las condiciones superficiales, la forma de licitación y la mano de obra no cualificada.

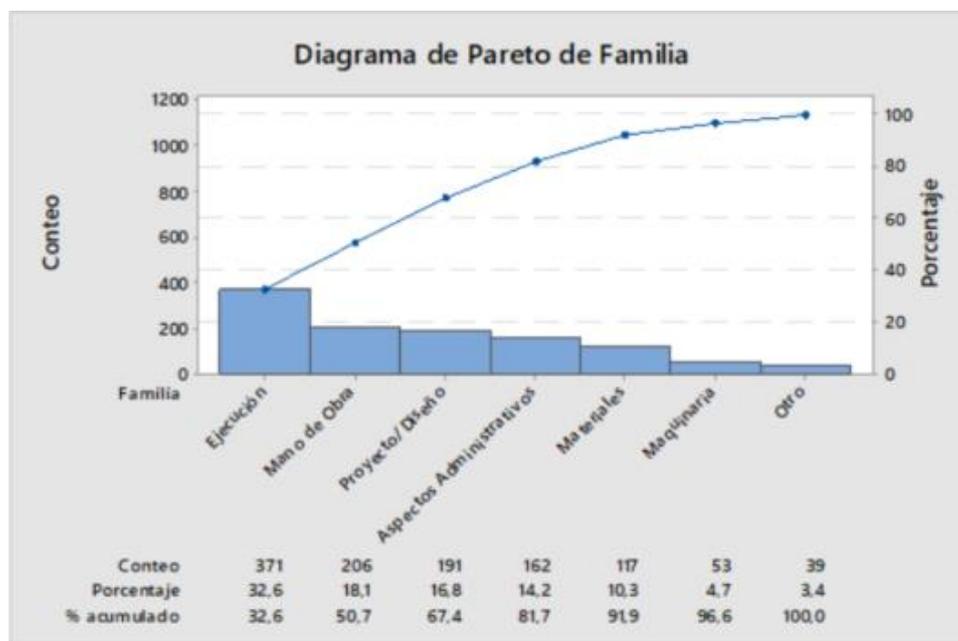
Autores como Cantarelli (2003), Annamalaisami y Kuppuswamy (2021) y Frimpong et al. (2003) hacen referencia a que existe una brecha importante en la literatura existente. Cuando se trata de factores externos, hay una ausencia de estudios que proporcionen un análisis integrado de los determinantes económicos, políticos y de gobernanza a nivel de país que podrían influir en

los retrasos. El argumento para abordar este tipo de determinantes es el hecho de que, en los proyectos de infraestructura, varios estudios han confirmado que los determinantes económicos, políticos y de la calidad de la gobernabilidad juegan un papel en la probabilidad de renegociaciones de contratos.

Una de las investigaciones más profundas sobre el tema es la de Rudeli et al. (2018), en esta investigación, después de un análisis exhaustivo acerca del estado del arte referido a las causas de retrasos más importantes, se determinó que la mayoría de los estudios con respecto al tema han sido realizados en África y Asia. Debido a la variabilidad de causas que existen por la ponderación diferente de cada autor, el investigador decidió clasificar las causas por familias, en las que se estableció que los factores con más relevancia que producen retrasos en obras son los problemas durante la ejecución de proyectos, problemas con la mano de obra, problemas financieros y de diseño. A continuación, se presenta un diagrama de Pareto en la que se muestra las principales causas y su incidencia.

Figura 7

Diagrama de Pareto-Principales causas y su incidencia. Fuente: Adaptado de Rudeli et al. (2018)



El estudio realizado por Annamalaisami y Kuppuswamy (2021), categoriza los factores de retraso y sobrecoste en función de un cuestionario realizado de los principales factores de retraso y sobrecoste encontrados en la bibliografía y, en función de las características de cada tipo de factores propone una taxonomía para facilitar su entendimiento. Como resultado del estudio se categoriza los factores de retraso y sobrecoste en cinco tipos: relacionado con las finanzas, relacionado con el diseño, relacionado con la ejecución, relacionado con la calidad y relacionado con la habilidad profesional. En la siguiente tabla se presenta la categorización de los factores de retraso y sobrecoste.

Tabla 1
Categorización de factores de retraso y sobrecoste

GRUPO	TIPO	FACTORES DE RETRASO Y SOBRECOSTE
Grupo 1	Relacionado con las finanzas	Escalada de precios, inflación, control financiero deficiente en el sitio, aumento de salarios, fluctuaciones en el tipo de cambio, pago lento / retrasado de las obras terminadas, dificultades financieras del propietario, infraestructura inadecuada, cambios en la estructura socioeconómica, dificultades de flujo de efectivo de contratistas, altas tasas de interés para préstamo
Grupo 2	Relacionados con el diseño	Trabajos adicionales, cambios en las especificaciones, cambios de diseño, retrasos en el diseño, falta de viabilidad constructiva, revisiones frecuentes de los planos, planos incompletos, especificaciones inadecuadas, variación del alcance, tergiversación estratégica, complejidades políticas, interferencia del propietario, falta de experiencia en la ubicación del proyecto, imprevistas condiciones del subsuelo, exceso de cantidad en el sitio de trabajo, retrasos en la obtención de aprobaciones regulatorias, condiciones imprevistas del sitio, actualizaciones en las leyes / marco regulatorio
Grupo 3	Relacionados con la ejecución	Equipo y tecnología insuficientes, falta de experiencia del contratista, falta de experiencia en el tipo de proyecto, falta de experiencia en las regulaciones locales, falta de comunicación entre las partes, falta de experiencia en el contrato, condiciones climáticas / ambientales no anticipadas, mala gestión del sitio, muchos trabajos se están realizando al mismo tiempo, recursos ociosos, prácticas fragmentadas de reclamos adicionales, falta de coordinación entre las partes, disputas en el sitio, problemas relacionados con la seguridad de los trabajadores, problemas relacionados con la salud de los trabajadores, demoras en la adquisición de materiales, planificación y programación incorrectas, entrega tardía de materiales y equipos, escasez de trabajadores en el sitio, escasez de materiales, demora en la toma de decisiones, problemas relacionados con el control del proyecto, desempeño técnico deficiente, demoras / suspensión de la construcción
Grupo 4	Relacionados con la calidad	Errores durante la construcción, desperdicios en obra, rehacer, pobre diseño
Grupo 5	Relacionados con la habilidad profesional	Cálculo de cantidad inexacto, artículos omitidos en el presupuesto, investigación del sitio inexacta, información inadecuada para la preparación del presupuesto de costes, sesgo de optimismo, falta de idoneidad / deficiencia en la documentación de la licitación, práctica de asignar el contrato al postor más bajo

Grupo 1 Relacionados con las finanzas: Este grupo comprende factores relacionados con las finanzas que afectan el desempeño del proyecto. De 64 factores, 17% son factores relacionados

con el precio y el flujo de caja. Se observa que estos factores de grupo ocurren después de la etapa de adquisiciones y durante la etapa de ejecución del proyecto. La predicción adecuada de las estimaciones de costes y una comprensión detallada de proyectos similares pueden ayudar a erradicar estos factores. Los factores importantes en este grupo son la escalada de precios, la inflación, el control financiero deficiente en el sitio, un aumento en los salarios y las dificultades de flujo de efectivo en el proyecto. Al agrupar estos factores, es conveniente que el equipo de administración de contratos y adquisiciones analice la estimación de costes y el elemento de coste de la etapa de monitoreo.

Grupo 2 Relacionados con el diseño: Este grupo comprende los factores provocados por cambios en el diseño y especificaciones durante las etapas de planificación y construcción. El concepto profundo de este grupo es que el proyecto ha sufrido cambios en el contenido y, por lo tanto, el nuevo diseño ha generado un aumento de los costes. Se agruparon dieciocho factores que incluyen las causas fundamentales relacionadas con el diseño y otros requisitos del proyecto. Los cambios de diseño, la interferencia del propietario, las obras adicionales, el diseño complicado y los cambios en las leyes y reglamentos son los factores importantes de este grupo. También se incluyen las discrepancias de diseño, como dibujos incompletos, especificaciones inadecuadas, falta de viabilidad constructiva y condiciones inesperadas del subsuelo. Las partes interesadas involucradas en el diseño del proyecto pueden ayudar en las actividades de mitigación de costes.

Grupo 3 Relacionados con la ejecución: Todos los factores relacionados con la productividad de la construcción se enumeran en este grupo y ocurren en la etapa de ejecución de la construcción. Este grupo tiene 24 factores, mayor que los otros grupos. Este grupo comprende factores relacionados con la ejecución y, por lo tanto, los contratistas y subcontratistas son partes interesadas fundamentales en la gestión de las actividades de costes. La planificación deficiente de las actividades, el desempeño laboral deficiente, la baja utilización de recursos, las disputas en el sitio que conducen a retrasos en la adquisición de materiales y el retraso en la ejecución son las principales causas de este grupo.

Grupo 4 Relacionados con la calidad: Aquí se agrupan cuatro factores relacionados con la calidad. Los errores durante la construcción, los errores de diseño, las modificaciones y los desperdicios en el sitio son parte de este grupo. Estas causas pueden erradicarse mediante actividades de planificación y seguimiento adecuadas. Estos factores ocurren en la etapa de construcción por lo que la acción correctiva como estrategia de mitigación sería difícil.

Grupo 5 Relacionados con la habilidad profesional: Los factores relacionados con las habilidades profesionales influyen en este grupo antes de la ejecución de la construcción. Estos factores ocurren antes de que comience la construcción. Los factores de este grupo comprenden prácticas profesionales deficientes, como la entrega de informes inexactos sobre una base de diseño, estimaciones de costes deficientes, falta de idoneidad en el documento de licitación, adjudicación del trabajo al postor con el precio más bajo y sesgo de optimismo del tomador de decisiones. La formación adecuada de conocimientos técnicos y la conciencia del riesgo involucrado en el desempeño de costes puede mejorar el éxito del proyecto.

Por su parte, Chan (2012) menciona siete posibles variables que pueden influir en retrasos o sobrecostes en obras que son: los requerimientos de diseño del contratante; la condición económica de la región, los cargos financieros y de seguro, la complejidad del proyecto, acuerdo de adquisiciones, las condiciones del sitio de obra, los intereses de los involucrados y la duración del proyecto. Chan (2012) también hace mucho énfasis en el panorama político y económico de la región y cómo de acuerdo a las características intrínsecas de la región, se puede evaluar o predecir qué tan exitoso será el proyecto.

3.4. Contratación pública de obras de construcción en Bolivia

La contratación de proyectos relacionados con construcción en Bolivia es de vital importancia, puesto que, mediante estas contrataciones se logra desarrollar obras dentro del ámbito público para así alcanzar el bienestar de la población. La contratación pública está regulada de acuerdo a las Normas Básicas del Sistema de Administración de Obras y Servicios NB 0181. El Sistema de Administración de Bienes y Servicios es el conjunto de normas de carácter jurídico, técnico y administrativo que regula el manejo y la disposición de bienes de las entidades públicas. El objetivo de estas normas es establecer los principios, normas y condiciones que regulan los procesos de administración de bienes y servicios y las obligaciones y derechos que derivan de éstos (Ministerio de Economía y Finanzas Públicas, 2019).

3.4.1. Definiciones y abreviaciones

Para un mejor entendimiento del conjunto de normas y el funcionamiento de los procesos de contratación en Bolivia es necesario definir algunos conceptos que se muestran a continuación (Ministerio de Economía y Finanzas Públicas, 2019):

- **Caso fortuito:** Obstáculo interno atribuible al hombre, imprevisto o inevitable, relativas a las condiciones mismas en que la obligación debía ser cumplida: conmociones civiles, huelgas, bloqueos, otros
- **Documento base de contratación – DBC:** Documento elaborado por la entidad contratante para cada contratación, contiene las especificaciones técnicas o términos de referencia, metodología de evaluación, procedimientos y condiciones para el proceso de contratación.
- **Precio referencial:** Es el precio estimado por la entidad contratante para un proceso de contratación.
- **Sistema de contrataciones estatales-SICOES:** Es el sistema oficial de publicación y difusión de información de los procesos de contratación de las entidades públicas del Estado Plurinacional de Bolivia, establecido y administrado por el Órgano Rector.
- **Unidad solicitante:** Es la unidad o instancia organizacional de la entidad contratante, donde se origina la demanda de la contratación de bienes y servicios.
- **Máxima autoridad ejecutiva-MAE:** Titular o personero de más alta jerarquía de cada entidad del sector público, sea este el máximo ejecutivo o la dirección colegiada, según lo establecido en su disposición legal o norma de creación.

3.4.2. Modalidades de contratación

Dentro de la norma vigente se establecen modalidades de contratación en función de sus características y cuantías, las cuales son:

Modalidad de contratación menor: Modalidad para la contratación de bienes y servicios, que se aplicará cuando el monto de contratación sea igual o menor a Bs 50.000 (equivalente a 7.180 USD)

Modalidad de apoyo nacional a la producción y empleo: Modalidad para la contratación de bienes y servicios que permite la libre participación de un número indeterminado de proponentes, apoyando la producción y empleo a nivel nacional. Se aplicará cuando el monto sea mayor a Bs 50.000 (equivalente a 7.180 USD) hasta Bs 1.000.000 (equivalente a 143.678 USD).

Modalidad de licitación pública: Modalidad para la contratación de bienes y servicios que se aplicará cuando el monto sea mayor a Bs 1.000.000 (equivalente a 143.678 USD) permitiendo la

participación de un número indeterminado de proponentes. Dentro de esta modalidad puede procederse a la difusión internacional de la convocatoria según el objeto de la contratación.

Modalidad de contratación por excepción: Modalidad que permite la contratación de bienes y servicios, única y exclusivamente por las siguientes causales: Cuando exista un único proveedor para la contratación de bienes, obras y servicios generales y siempre que estos no puedan ser sustituidos; compra de alimentos frescos y perecederos y adquisiciones de obras de arte.

Modalidad de contratación por desastres y/o emergencias: Modalidad que permite a las entidades públicas contratar bienes y servicios, única y exclusivamente para enfrentar los desastres y/o emergencias nacionales, departamentales y municipales.

Modalidad de contratación directa de bienes y servicios

Modalidad que permite la contratación directa de bienes y servicios sin límite de cuantía, única y exclusivamente por las siguientes causales: Bienes con tarifas únicas regulada por el Estado; servicios públicos de energía eléctrica, agua y otros de naturaleza análoga.

Tabla 2

Modalidades de contratación vigentes en Bolivia. Fuente: adaptado de Ministerio de Economía y Finanzas Públicas (2019)

MODALIDAD	CUANTÍA
Contratación menor	De Bs. 1. (equivalente de 0,14 USD) hasta Bs 50.000. (equivalente a 7.180 USD)
Apoyo nacional a la producción y empleo	Mayor a Bs 50.000 (equivalente a 7.180 USD) hasta Bs 1.000.000 (equivalente a 143.678 USD)
Licitación pública	Mayor a Bs 1.000.000 (equivalente a 143.678 USD)
Contratación por excepción	Sin límite de cuantía
Contratación por desastres y/o emergencias	Sin límite de cuantía
Contratación directa de bienes y servicios	Sin límite de cuantía

3.4.3. Criterios de selección

La unidad solicitante de acuerdo a las características del proyecto define el criterio de selección y adjudicación a ser utilizada para el proceso de contratación, el método elegido debe ser aquel que vele por la eficacia de la contratación y el proyecto (Ministerio de Economía y Finanzas Públicas, 2019).

Criterio de selección de calidad: Método de evaluación que permite seleccionar la propuesta que presente la mejor calificación técnica, sin sobrepasar el Precio Referencial establecido por la entidad contratante.

Criterio de selección de calidad, propuesta técnica y coste: Método de evaluación que permite seleccionar la propuesta que presente la mejor calificación combinada en términos de calidad, propuesta técnica y coste.

Criterio de selección de menor coste: Método de evaluación que permite seleccionar la propuesta con el menor precio entre aquellas que hubieran obtenido la calificación técnica mínima requerida.

Criterio de selección de presupuesto fijo: Método de evaluación que permite seleccionar la propuesta que presente la mejor calificación técnica de acuerdo al presupuesto fijo establecido por la entidad contratante.

3.4.4. Sistema de Contrataciones Estatales (SICOES)

El Sistema de Contrataciones Estatales (SICOES), es el único sistema oficial de publicación y difusión de información de los procesos de contratación de las entidades públicas del Estado Plurinacional de Bolivia, establecido y administrado por el Órgano Rector del Sistema de Administración de Bienes y Servicios. La información publicada tiene carácter oficial y público, encontrándose disponible en el sitio web del SICOES (www.sicoes.gob.bo)

Las entidades públicas deberán publicar obligatoriamente en el SICOES todas las contrataciones mayores a Bs 20.000 (equivalente a 2.783 USD) independiente del origen de los recursos, la normativa y la modalidad de contratación, bajo la cual se efectúe el proceso de contratación, salvo la normativa expresa de igual o mayor jerarquía de la NB-SABS que disponga lo contrario.

La información registrada en el SICOES se constituye en la información oficial que registrará los procesos de contratación, siendo responsabilidad de la entidad el disponer los mecanismos administrativos de control interno, para verificar que la información que se publique corresponda con el documento de los documentos originales.

El contenido, la veracidad y oportunidad de la información y los documentos registrados en el SICOES, son de completa responsabilidad de la entidad y del responsable del proceso de contratación. Una vez publicada la información en el SICOES la misma no podrá ser modificada, salvo lo establecido en condiciones excepcionales (Ministerio de Economía y Finanzas Públicas, 2019).

Tipos de información

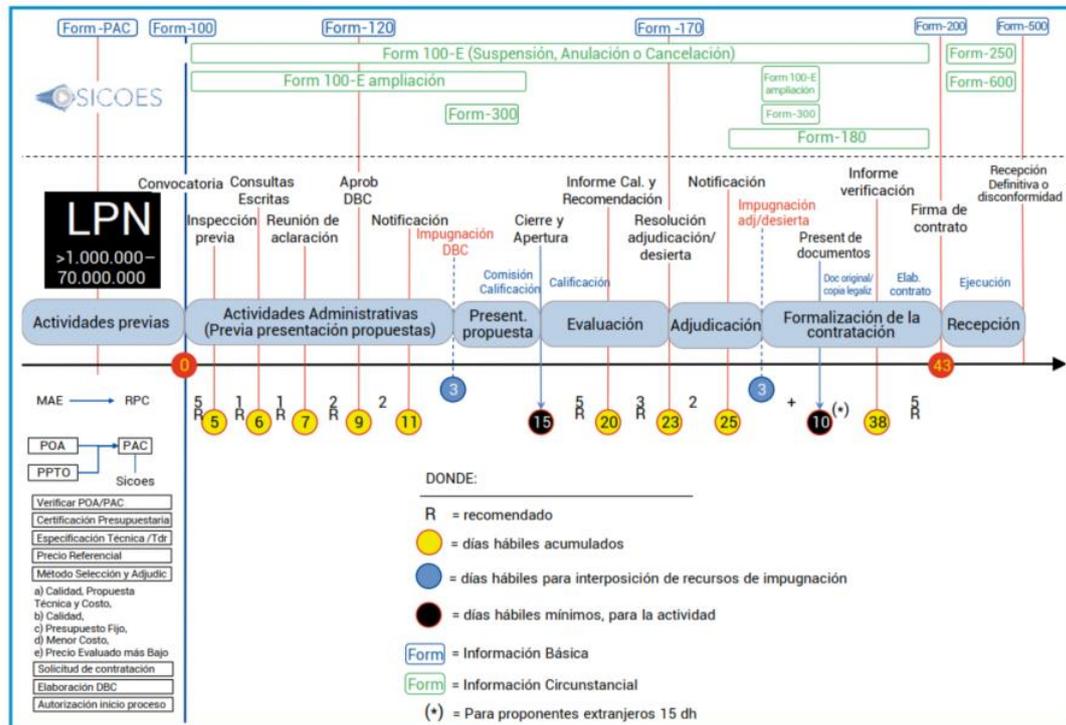
De acuerdo al reglamento vigente la información a ser publicada en el SICOES puede ser del siguiente tipo:

- Información básica: Se entiende por información básica a aquella que necesariamente debe ser publicada para todos los procesos de contratación conforme las condiciones establecidas.
- Información circunstancial: Se entiende por información circunstancial a aquella que debe ser publicada en el SICOES dependiendo de los eventos que se produzcan en el proceso de contratación.
- Información de respaldo: Toda la información básica como circunstancial deben estar sustentadas por documentación de respaldo, la misma deberá ser publicada en formato digital.

En la Tabla 8 se muestra todo el proceso que conlleva el proceso de licitación de un proyecto.

Figura 8

Fases, actividades, plazos y formularios necesarios en licitación pública. Fuente: adaptación de Ministerio de Economía y Finanzas Públicas (2019)



3.4.5. Modificación de Contrato

Las modificaciones al contrato deberán estar destinadas al cumplimiento del objeto de la contratación a ser sustentadas por informe técnico y legal que establezca la viabilidad técnica y de financiamiento (Ministerio de Economía y Finanzas Públicas, 2019).

- Contrato modificador:** Es aplicable cuando la modificación a ser introducida afecte el alcance, coste y/o plazo del contrato sin dar lugar al incremento de los precios unitarios. El contrato modificador será suscrito por la máxima autoridad ejecutiva o por la autoridad que suscribió el contrato principal. Se podrán realizar uno o varios contratos modificatorios, que sumados no deben exceder el diez por ciento (10%) del coste del contrato principal. Si para el cumplimiento del objeto del contrato, fuese necesaria la creación de nuevos ítems, los precios unitarios de estos ítems deben ser negociados.
- Ordenes de cambio:** Se utilizará únicamente para la contratación de obras. Es aplicable cuando la modificación a ser introducida implique una modificación del coste del contrato o plazo del mismo, sin dar lugar al incremento de los precios unitarios ni creación de nuevos ítems. La orden de cambio deberá ser aprobada por la instancia responsable del seguimiento de la obra en la entidad y no podrá exceder el cinco por ciento (5%) del coste del contrato principal. En la modalidad de licitación pública, cuando además de realizarse órdenes de cambio se realicen contratos modificatorios, sumados no deberán exceder el quince por ciento (15%) del coste del contrato principal.



4. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

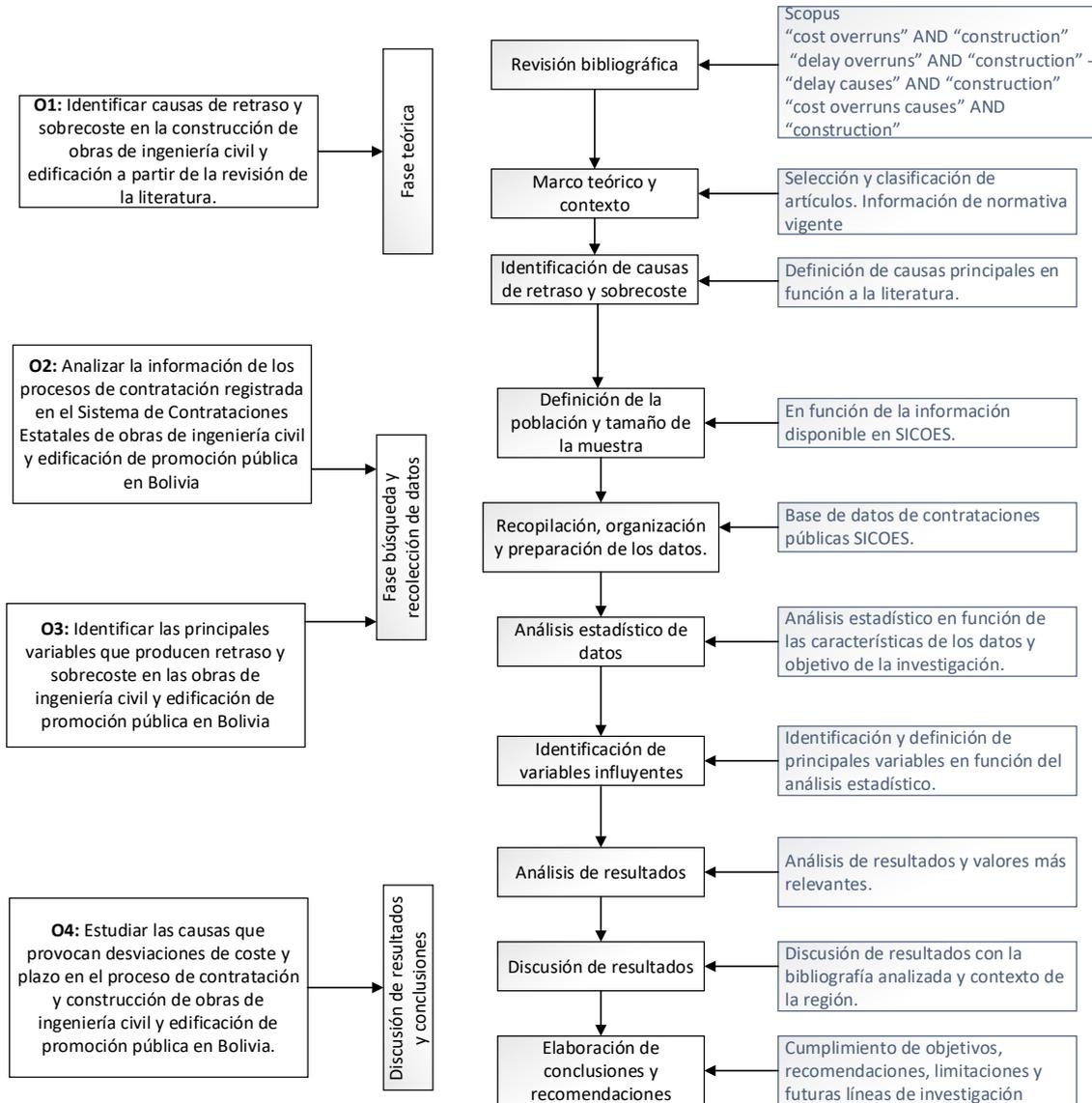
El presente documento trata sobre el análisis de los principales factores que causan retraso y sobrecostes mediante un análisis de obras públicas ejecutadas entre los años 2015 y 2020 en Bolivia, las cuales se encuentran en la página web del Sistema de Contrataciones Estatales (SICOES). Las características de los proyectos que fueron estudiados son aquellos que se refieren a contrataciones por licitación pública con un monto de licitación mayor a 1.000.000 bolivianos (equivalente a 143.678 USD) y aquellos que se encuentran exclusivamente en etapa de construcción. Los proyectos que cumplan con estas características son elegidos al azar para su estudio de acuerdo al tamaño de la muestra representativa.

Cabe mencionar que otro parámetro para la elección de los factores es la disponibilidad y fiabilidad de los datos que están publicados en el SICOES. Al ser el objeto de estudio las licitaciones públicas, es decir proyectos financiados por el estado o alguna organización dependiente del mismo, las modificaciones de coste o plazo que puedan surgir en el proyecto y estén registradas y aprobadas en la base de datos a través de un documento modificadorio de contrato, serán aquellas causas o factores atribuibles al contratante o causas debidamente justificadas, es decir, si los atrasos o sobrecostes se deben a factores internos por la mala gestión del contratista, estos factores no estarán registrados en la base de datos.

La presente investigación se diseñó en tres fases principales: una primera fase teórica, una segunda fase de búsqueda y recolección de datos y finalmente una fase de análisis y discusión de resultados y conclusiones.

Figura 9

Esquema de metodología de investigación



4.1. Revisión bibliográfica

Inicialmente se procedió con la revisión bibliográfica, de acuerdo al objeto de estudio se utilizó la base de datos de SCOPUS. Se eligió esta base de datos ya que es una de las más completas y variadas y cuenta con un gran respaldo de la comunidad científica e investigadora. Debido a las características del motor de búsqueda de SCOPUS es necesario elegir una estrategia de búsqueda en base a operadores. En este caso ya que la mayoría de los artículos científicos se encuentra en idioma inglés y de acuerdo a los fines de la investigación, las estrategias fueron las siguientes:

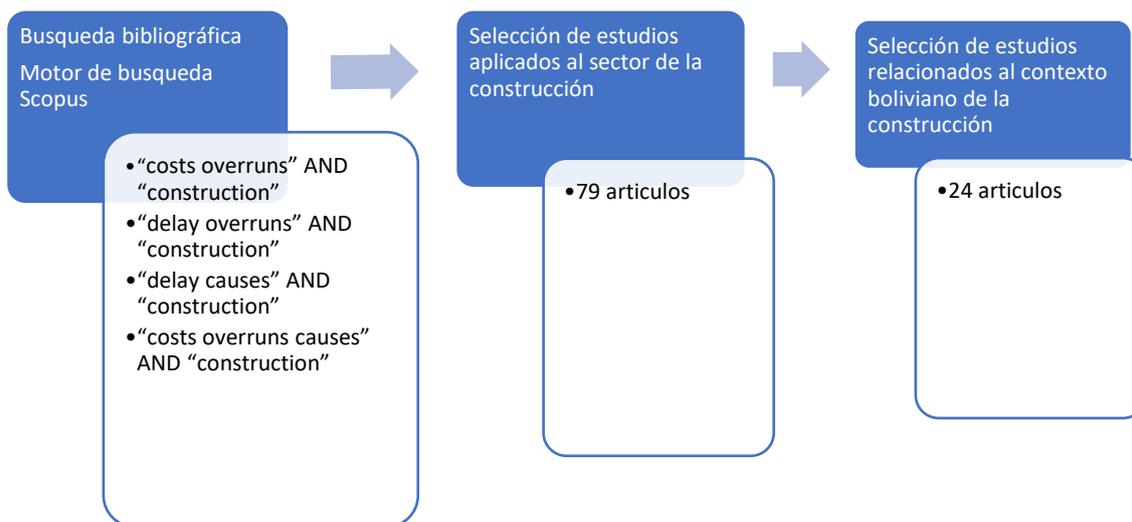
- “costs overruns” AND “construction”

- “delay overruns” AND “construction”
- “delay causes” AND “construction”
- “costs overruns causes” AND “construction”

La revisión bibliográfica sigue la estructura indicada en la Figura 10, que presenta tres etapas sucesivas. La primera relacionada con la búsqueda bibliográfica, la segunda referida a la selección de estudios relacionados al sector de la construcción y la tercera, la selección de estudios relacionados al contexto boliviano de la construcción.

Figura 10

Muestreo y selección de artículos



Encontrados los artículos científicos relacionados con el objeto de la investigación, se procedió a estudiarlos e identificar aquellos relacionados con la realidad de la construcción en Bolivia. Por ejemplo, estudios realizados en Latinoamérica o países que tengan una misma coyuntura. Posteriormente, se procedió a resaltar las partes más importantes y relevantes de acuerdo al objeto de la investigación y se elaboró el marco teórico que sustenta la presente investigación.

4.2. Marco teórico y contexto

En lo correspondiente al marco teórico, se exponen los resultados de la información adquirida de acuerdo al proceso descrito anteriormente, definiendo conceptos básicos y desarrollándolos a profundidad para la comprensión de la presente investigación.

En cuanto al contexto, se definen y explican diferentes características de acuerdo al objeto de la investigación del país de estudio (Bolivia), situación actual del sector, tipos de contratación, sistema de contrataciones estatal, legislación vigente, entre otros.

4.3. Identificación de causas de retraso y sobrecoste

En base a la revisión bibliográfica se encontraron una serie de factores causantes de retrasos y sobrecostes en obras civiles. El listado contiene 45 causas con sus respectivas referencias. Posteriormente, se tabulan las veces en las que fueron mencionados en las distintas investigaciones encontradas. Posteriormente, se procede a clasificarlos de acuerdo al estudio de Annamalaisami y Kuppuswamy (2021), en el que define una taxonomía para la clasificación de los factores de sobrecoste y retraso. La clasificación de los factores sugerida por el autor es la siguiente: factores relacionados con las finanzas, factores relacionados con el diseño, factores relacionados con la ejecución del proyecto de construcción, factores relacionados con la calidad

y factores relacionados con la habilidad profesional. En función de los datos disponibles y el número de citas en la bibliografía se determinan cuáles son los factores de retraso y sobrecoste para ser analizados en el contexto boliviano.

4.4. Definición de la población y tamaño de la muestra de estudio

Una muestra de estudio tiene como objetivo general llegar a conocer determinadas características de una población a partir de una selección de unidades utilizando los menores recursos posibles (monetarios, temporales o de trabajo). A través de distintas técnicas estadísticas, probabilísticas y de diseño muestrales se busca aproximar al conocimiento de estas características sin necesidad de obtener la información de toda la población (Fachelli, 2018).

La población a estudiar, son todos los proyectos referidos a la construcción adjudicados, es decir contratados mediante licitación pública y que se encuentran en la base de datos del Sistema Estatal de Contrataciones Estatales (SICOES). Debido a que los proyectos más relevantes son aquellos con un coste mayor, y al tratarse en la normativa boliviana como proyectos de licitación pública se estudió aquellos con un coste de licitación mayor a 1.000.000 de bolivianos (equivalente a 143.678 USD.). En cuanto a parámetro temporal se determinó un rango de 5 años, desde el año 2015 hasta el año 2020.

En función de las características de la población a estudiar, que se trata de una población finita, las variables y el objeto de la investigación se determinó el tamaño de la muestra a estudiar mediante la ecuación (1) (Fachelli, 2018).

$$n = \frac{z^2 * P * Q * N}{(N - 1) * e^2 + z^2 * P * Q} \quad (1)$$

Donde:

n = *Tamaño de la muestra*

z = *nivel de confianza adoptado*

e = *error muestral considerado*

N = *Tamaño de la población*

P = *La proporción de individuos que tienen una característica*

Q = *La proporción de individuos que no tienen una característica*

En la Tabla 3 se muestra el número de licitaciones mayor a 1.000.000 de bolivianos (equivalente a 143.678 USD) publicados en el SICOES durante los años 2015 a 2020. Como se puede observar, las licitaciones contratadas entre los años 2015 a 2020 fueron de 3494, lo que representa aproximadamente un 58% respecto al total de licitaciones publicadas esos años. Teniendo la cantidad de licitaciones surgidas durante estos años, determinando un nivel de confianza del 90 % y un error muestral del 5% se procedió a calcular la muestra representativa por año mediante la ecuación (1).

Tabla 3
Numero de licitaciones publicadas mayor a 1.000.000 de bolivianos

Año	Total licitaciones	Contratados	Desierto	No informado	Cancelado	Anulado desde la convocatoria
2015	1129	676	243	54	24	132
2016	907	577	170	27	17	116
2017	1063	644	214	61	22	122
2018	1230	707	244	92	20	167
2019	1348	722	293	119	34	180
2020	349	168	74	16	7	84
TOTAL	6026	3494	1238	369	124	801
PORCENTAJE	100%	57.98%	20.54%	6.12%	2.06%	13.29%

En la *Tabla 4* se observa la cantidad de muestras estudiadas cada año. El tamaño total de la muestra estudiada es de 247.

Tabla 4
Cantidad de licitaciones a estudiar por año

Año	Muestra representativa
2015	49
2016	42
2017	47
2018	51
2019	52
2020	6
TOTAL	247

4.5. Recopilación, organización y preparación de los datos

Establecido el tamaño de la muestra se recopiló la información de la base de datos del SICOES. Las licitaciones estudiadas fueron elegidas al azar cumpliendo los parámetros de año, coste y obras contratadas y concluidas, filtros que permite elegir el sistema.

En cada proyecto se encuentran distintos documentos requeridos de acuerdo a la legislación vigente, estos documentos inician en el documento base de contratación (DBC) y terminan con el acta de recepción definitiva de obra. Todos los documentos son de libre acceso y pueden ser consultados de diferentes maneras, mediante el número del proceso de licitación, fecha de publicación, entidad contratante, entre otras variables. En caso de existir algún sobrecoste o retraso durante la ejecución del proyecto, los contratos modificatorios tienen que estar plasmados en la base de datos. En los contratos modificatorios se establece cuáles son las causas administrativas y técnicas por las que está aprobada la modificación del coste o plazo de un proyecto en relación al contrato original, además, explica el contexto del proyecto y las modificaciones del mismo.

Con la documentación recopilada y los datos obtenidos, cada proyecto fue clasificado bajo diferentes consideraciones en función de la información disponible, los objetivos de la

investigación y la revisión bibliográfica realizada. Esta clasificación se encuentra detallada en la Tabla 5.

Tabla 5

Variables de análisis

	No	Variable	Categorías
Características de la licitación	1	Año adjudicación	2015-2020
	2	Tipo de obra	Edificación, Parques y espacios verdes Transporte Obras hidráulicas
	3	Tipo de promotor	Entidades nacionales Entidades departamentales Entidades municipales
	4	Región de obra	Andina Valles Llanos
	5	Estrategia de licitación	Menor coste Calidad, propuesta técnica y coste
	6	Numero de proponentes	Cantidad de proponentes que presentaron una propuesta
	8	Baja de licitación	Baja de licitación de la oferta ganadora (%)
	9	Coste inicial de contrato	Coste inicial de contrato en pesos bolivianos.
	10	Plazo inicial de contrato	Plazo inicial de contrato en días calendario
	Criterios de calificación	11	Experiencia de la empresa
12		Experiencia de los profesionales	Sí No
13		Cronograma presentado	Sí No
14		Metodología presentada	Sí No
15		Maquinaria propuesta	Sí No
16		Presupuesto presentado	Sí No
17		Margen de preferencia	Sí No
Resultados del contrato	18	Coste final de contrato	Monto en pesos bolivianos
	19	Plazo final de contrato	Plazo final de ejecución de las obras
	20	Modificación en coste	Sí No
	21	Modificación en plazo	Sí No

A continuación, se detalla cada una de las variables presentadas en la tabla anterior.

Año

Año en el que se firmó el contrato de inicio de construcción.

Tipo de obra

Según Chan (2012), el tipo de proyecto y la complejidad del mismo pueden influir en la probabilidad de que se produzca un sobrecoste o atraso, claramente la dificultad de los métodos constructivos son distintos por ejemplo en la construcción de una plaza a la de una edificación. A continuación, se explica la calificación de los tipos de obra:

- Edificación: Se refiere a estructuras que crecen en altura, puede tratarse de edificios de oficinas o residenciales, hospitales, escuelas, centros deportivos entre otros.
- Parques y espacios verdes: Abarca la construcción de plazas, parques de recreación, alamedas.
- Transporte: Todas las obras construidas que sirvan para integrar algún tipo de sistema de transporte, en este caso carreteras, calles, avenidas, puentes y túneles.
- Obras hidráulicas: Estructuras que tienen como elemento predominante el agua: presas, sistemas de bombeo, alcantarillado, sistemas de agua potable, sistemas de riego, diques, tanques de almacenamiento, obras de protección y drenajes.

Tipo de promotor

Al ser los promotores, los clientes de la obra tienen gran influencia durante el ciclo de vida del proyecto. Los recursos económicos disponibles, los lineamientos y estrategias políticas, el tamaño e impacto son diferentes entre todos los tipos de promotores.

- Entidades a nivel nacional: Son entidades que operan a nivel nacional y son dependientes directos del gobierno nacional, comúnmente son encargados de obras de gran impacto y estratégicas para el país. Entre las principales instituciones se pueden mencionar ministerios y viceministerios, instituciones estratégicas como la Administradora Boliviana de Carreteras, (encargada de la construcción de carreteras) o Yacimientos Petrolíferos Bolivianos, (empresa encargada de la explotación y distribución de recursos relacionados con los hidrocarburos).
- Entidades a nivel departamental: Son las instituciones dependientes o que forman parte de los gobiernos departamentales por lo que los recursos provienen de los generados en el departamento mediante regalías o cobro de impuestos propios.
- Entidades a nivel municipal. Entidades dependientes o parte de los municipios y alcaldías, las entidades municipales son la de menor jerarquía en el nivel organizacional del estado.

Región de obra

La región de obra tiene importancia de acuerdo al objeto de estudio. Según Chan (2012) la localización puede influir en definir la existencia o no de retrasos o sobrecostos, entre regiones existen características propias y diferencias tanto en el ámbito cultural como en el climático. Se definieron tres regiones principales:

- Región Andina: Compuesta por los departamentos de La Paz, Oruro y Potosí. Se encuentra en la parte occidental de Bolivia y se caracteriza por estar a una altura aproximada de 3.500 m.s.n.m, región montañosa con un clima seco y frío.

- Valles: Ubicados en la parte central de Bolivia, conformado por los departamentos de Cochabamba, Tarija y Chuquisaca. Se caracteriza por ser una región con climas templados a una altura promedio de 2.500 m.s.n.m.
- Llanos: En esta región se ubican los departamentos de Santa Cruz, Beni y Pando, región tropical que se encuentra dentro de la amazonia, con una altura promedio de 500 m.s.n.m. y que se caracteriza por tener un clima tropical.

Modalidad de contratación

La modalidad de contratación está regulada por la Norma Boliviana de Contratación. En la presente investigación la modalidad de contratación estudiada es la de licitación pública, es decir, aquellos proyectos que tienen un coste de proyecto mayor a Bs 1.000.000 (143.678 USD). De acuerdo a Endut et al. (2005), la estrategia de licitación es un factor que influye en la presencia o no de atrasos y sobrecostes.

Número de proponentes

Al tratarse de licitaciones públicas no existe un límite de número de proponentes a presentarse siempre y cuando cumplan con lo exigido en el documento base de contratación.

Criterios de selección

Teniendo en cuenta el formulario de calificación de proyecto que se encuentra en la base de datos, se realizó una ponderación de los siete criterios de clasificación establecidos en el documento base de contratación de estos proyectos. Para la ponderación se estableció una escala numérica del 0 al 10, donde se asignaba un valor a cada criterio ponderado de acuerdo a la importancia del mismo, la suma de los valores de los siete criterios tiene como resultado el valor 10.

Baja de licitación

La baja de licitación es el valor expresado en porcentaje que resulta de la diferencia entre el precio referencial y el precio ofertado para la construcción por el que el contratista se compromete a ejecutar la obra contratada. La baja de licitación es un criterio importante a la hora de determinar el adjudicatario, en los procesos de licitación donde el método de selección es el de menor coste, la oferta económica es el único parámetro a calificar para elegir el ganador de la oferta.

Coste inicial de contrato

Es el coste inicial de proyecto de acuerdo al contrato original, en caso de no sufrir ninguna modificación, el coste inicial y el coste al final del proyecto serán similares. Se eligió dos categorías, coste menor o igual a 5.000.000 bolivianos (equivalente a 718.391 USD) y coste mayor a 5.000.000 bolivianos (equivalente a 718.391 USD).

Plazo inicial de contrato

El plazo inicial del proyecto está incluido en el contrato original. Se definen dos categorías de acuerdo a las características de los proyectos estudiados, proyectos con un plazo de ejecución menor o igual a 180 días laborables y proyectos con un plazo mayor a 180 días.

Coste final de contrato

El coste final de proyecto se muestra en el acta de entrega definitiva de la obra. En el coste final de contrato están consideradas todas las modificaciones realizadas hasta ejecutar el total de la obra.

Plazo final de contrato

El plazo final de contrato está incluido en el acta de entrega definitiva de obra. El plazo final de contrato considera el plazo real en el cual se ejecutó la totalidad de la obra, considerando todas las modificaciones en el contrato original.

Características propias de la obra y el proceso de licitación

De acuerdo a Idrees y Shafiq (2021), las características propias de la obra son factores influyentes en la presencia de retrasos o sobrecostes, el tipo de obra, las características de la entidad contratante, la situación política económica de la región entre otros son inherentes en el proyecto y también se pueden considerar como factores de retraso y sobrecoste en los proyectos de construcción. Asimismo, las características del proceso de licitación son factores que pueden estar relacionados con la presencia de sobrecostes o retrasos durante la ejecución de la obra, por ejemplo, en licitaciones donde el criterio de calificación sea solamente el económico provocará que los proponentes presenten una baja de licitación lo más alta posible. Las características propias de la obra y su categorización se aprecian en la Tabla 6

Tabla 6

Características de la obra y del proceso de licitación

Nº	Características propias de la obra y el proceso de licitación
1	Tipo de obra
2	Tipo de promotor
3	Región de obra
4	Estrategia de licitación
5	Número de proponentes
6	Baja de licitación
7	Coste inicial de contrato
8	Plazo inicial de contrato
9	Criterios de calificación

4.6. Análisis estadístico de datos

Para cumplir con el objeto del estudio se analizaron los datos recolectados mediante diversas técnicas estadísticas para responder a los objetivos de la investigación.

Para un mejor entendimiento se realizaron dos tipos de análisis estadísticos:

1. **Análisis descriptivo:** El análisis descriptivo es una técnica estadística mediante la cual se organizan, se presentan y se describen todo el conjunto de datos de los proyectos con el apoyo de gráficas que muestren los resultados más significativos, acompañados de la explicación correspondiente (Paciano y Ceña, 1988).
En la presente investigación se realizó el análisis descriptivo en función de variables cuantitativas como pueden ser el coste inicial, final, sobrecoste, plazo inicial, final, demoras entre otros. El análisis de las variables cualitativas se realizó mediante tablas e histogramas de frecuencia. Estos datos proporcionan información generalizada de las características de los proyectos que estamos analizando como pueden ser el tipo de obra, la zona geográfica de la obra, estrategia de licitación usada entre otros.

2. **Análisis cualitativo:** El análisis de datos cualitativos es un proceso mediante el cual se extraen significados y conclusiones de datos no estructurados y heterogéneos que no se exprimen de forma numérica o cuantificable (Paciano y Ceña, 1988). En esta investigación existe gran cantidad de datos cualitativos según el objetivo de la investigación y los datos disponibles y extraídos de la base de datos del SICOES. Mediante el análisis de los datos cualitativos se busca identificar si existe algún tipo de relación entre las características propias de los proyectos y los distintos factores de sobrecoste y retraso que se definieron en función de la investigación teórica.

Los datos recolectados se analizaron mediante diversas técnicas estadísticas con el fin de identificar el tipo de datos que se están manejando y así utilizar el análisis estadístico adecuado a los mismos. A continuación, se explican las técnicas estadísticas utilizadas en la presente investigación.

Pruebas de normalidad

En función de los tipos de datos que se obtienen de la muestra de estudio se define la forma en la cual se los tratará. Es necesario evaluar la normalidad de los datos con el fin de posteriormente utilizar las técnicas adecuadas para obtener resultados que sean apropiados y sacar conclusiones sobre los mismos.

Existen varias pruebas de normalidad, pasando por pruebas gráficas como ser los histogramas y también pruebas analíticas como los índices de Shaphiro-Wilk y Kolmogorov-Smirnov.

Los histogramas son gráficos que indican la relación entre los valores de cada variable y la frecuencia con la que aparece. Si el gráfico posee una forma simétrica similar al de una campana, denominada campana de Gauss, se dice que la distribución de estos datos es normal (Field, 2018).

Los test de Kolmorov-Smirnov como el de Shapiro-Wild comparan los puntajes obtenidos en respuestas con un conjunto de puntajes distribuidos de forma normal con la desviación estándar y la misma media (Field, 2018). Entre ambos métodos la principal diferencia en utilizarlos radica en el tamaño de la muestra. Cuando se trata de muestras de menos de 50 observaciones se recomienda usar Shaphiro-Wilk, caso contrario es mejor utilizar a Kolmogorov-Smirnov. Estas pruebas tienen como referencia la hipótesis nula H_0 de que los datos proceden de una distribución normal, siendo la hipótesis del investigador H_1 la que contrasta a H_0 . Si la prueba resulta que el valor de significancia o p valor es mayor a 0.05, se acepta H_0 concluyendo que la muestra no es significativa diferente de una distribución normal. Al contrario, si el p valor resulta menor a 0.05 se rechaza la hipótesis nula H_0 y se acepta H_1 , concluyendo que los datos son diferentes de una distribución normal. En la presente investigación debido a que la cantidad de observaciones es de 247 se utilizó el test de Kolmogorov-Smirnov. El análisis de normalidad se utilizó para comprobar la distribución que seguían el coste y plazo de la ejecución de obras.

Diagrama de cajas y bigotes

Los diagramas cajas y bigotes son una presentación visual que describe varias características importantes tales como la dispersión y simetría. Para su realización se representan los tres cuartiles y los valores mínimo y máximo de los datos, sobre un rectángulo, alineado horizontal o verticalmente (Caycho et al., 2020). Mediante esta técnica se busca encontrar los datos anómalos y atípicos para hacer un análisis de los mismos y posteriormente definir como se los va a tratar. En la presente investigación las variables estudiadas mediante esta técnica fueron: coste final de contrato, plazo final de contrato, número de proponentes y bajas de licitación.

Análisis no paramétrico

En el análisis no paramétrico se incluye pruebas en la que la muestra de estudio cumple con parámetros de normalidad y otros. Entre las principales preposiciones del análisis no paramétrico se puede indicar lo siguiente (Caycho et al., 2020):

- La mayoría de estos análisis no requieren supuestos acerca de la distribución poblacional. Se aceptan distribuciones no normales
- Las variables no necesariamente deben de estar medidas en un nivel por intervalos o razón, se pueden usar datos nominales u ordinales.
- Si se quiere análisis no paramétricos a datos por intervalos o razón, estos deben ser resumidos a categoría discretas.

Análisis de correlación

El análisis de correlación es un procedimiento estadístico que consiste en determinar si dos o más variables están relacionadas o no. El resultado del análisis de correlación es un coeficiente que puede tomar valores entre -1 y +1. El signo indica el tipo de correlación entre las dos variables, un signo positivo indica una relación positiva entre las dos variables, es decir si una variable incrementa en magnitud la otra también. Un signo negativo indica una relación negativa entre las variables, es decir, si una variable se incrementa en magnitud la otra se decrementa. La fuerza de la relación lineal incrementa a medida que el coeficiente de correlación se aproxima a sus extremos, es decir -1 o +1 (Montgomery, 2013).

Tabla 7

Valores de interpretación de valores de correlación. Fuente: Adaptación de Montgomery (2013)

Rango de Valores	Denominación
0.0	Relación Nula
0.0-0.2	Relación muy baja
0.2-0.4	Relación baja
0.4-0.6	Relación moderada
0.6-0.8	Relación alta
0.8-1.0	Relación muy alta
1.0	Relación Perfecta

El estudio de correlación se realizó mediante los estadísticos de Rho de Spearman. El análisis de correlación de Spearman es un método estadístico no paramétrico el cual pretende examinar la dirección y magnitud de la asociación entre dos variables, es decir, la intensidad de la relación entre las variables en cualquier tipo de asociación, no necesariamente lineal. Asimismo, permite identificar si, al aumentar el valor de una variable, aumenta o disminuye el valor de la otra variable, y ofrece un coeficiente de correlación que cuantifica el grado de asociación entre dos variables numéricas (Mondragon, 2014).

Análisis de regresión logística

El análisis de regresión logística es una técnica estadística multivariable destinada al análisis de una relación de dependencia entre una variable dependiente y a un conjunto de variables independientes. El objetivo del análisis es poder efectuar predicciones del comportamiento, esto es, estimar las probabilidades de un suceso definido por la variable dependiente en función

del conjunto de variables predictoras o de pronóstico. La regresión logística trata de predecir una variable cualitativa o categórica, con la ventaja frente al modelo de regresión clásico, de no tener que establecer la serie de condiciones de aplicación que dificultan su utilización y posibilidades. Se trata por lo tanto, de identificar qué características o factores diferencian los grupos definidos por la variable dependiente (Fachelli, 2018).

La ecuación de la función logística permite asignar valores a la variable independiente para generar valores de la dependiente. Los valores de predicción de la variable independiente se situarán siempre en el intervalo (0,1), lo que facilita interpretar los resultados y los parámetros de la ecuación en términos de probabilidad para pronosticar un comportamiento.

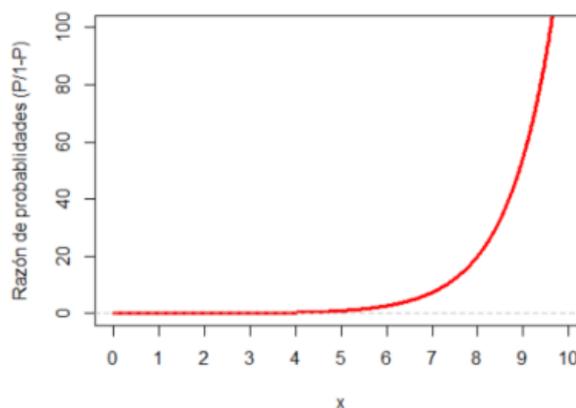
El modelo de regresión logística está definido por la siguiente ecuación:

$$\log\left(\frac{P}{1-P}\right) = a + bx$$

Los valores $P/(1-P)$ corresponden a los odds, pudiendo tomar cualquier valor entre 0 (muy baja probabilidad de éxito) e infinito (alta probabilidad de éxito), por lo tanto, este ratio indica cuanto más probable es el éxito que el fracaso. El coeficiente de regresión logística b interpreta como el cambio que se produce en la transformación logit, en el logaritmo de la razón de un suceso por cada cambio unitario que se produce en la variable independiente. Para obtener los coeficientes de la ecuación de regresión logística y sus correspondientes errores se realizan estimaciones de máxima verosimilitud que maximizan la probabilidad de obtener los valores de la variable dependiente.

Figura 11

Representación de regresión logística. Fuente: Fachelli (2018)



El objetivo primordial de esta técnica es el de modelar cómo influyen las variables regresoras en la probabilidad de un suceso particular.

Sistemáticamente tiene dos objetivos:

1. Investigar cómo influye en la probabilidad de ocurrencia de un suceso la presencia o no de diversos factores y el valor o nivel de los mismos.
2. Determinar el modelo más parsimonioso o mejor ajustado que siendo razonable describa la relación entre la variable respuesta y un conjunto de variables regresoras.

La regresión logística mezcla dos tradicionales del análisis estadístico: el análisis de tablas de contingencia con el tratamiento de modelos log-lineales, y el análisis de regresión por mínimos cuadrados ordinarios. En ambos casos nos encontramos con limitaciones que la regresión logística resuelve: en el primer caso los modelos de dependencia no podían utilizar variables



continuas y en el segundo las variables categóricas no siempre funcionan como buenos predictores.

Al considerar el análisis de regresión logística como técnica destinada al análisis de una relación de dependencia, se trata más de una técnica predictiva y no tanto como una técnica destinada a establecer relaciones de causalidad, si bien implícitamente se razone la causalidad. Esto es, cuando diferenciamos a las variables independientes de la dependiente se establece como modelo explicativo donde se fijan los factores que tienden a favorecer un efecto, a aumentar probabilidades de un comportamiento, que se dé un valor de la variable dependiente.

El análisis de regresión logística tiene dos modalidades: la regresión logística binaria cuando se pretende explicar una característica o suceso dicotómico, y la regresión logística multinomial en el caso más general de querer explicar la variable cualitativa politómica. En el caso de las variables independientes, estas pueden ser cualitativas, tanto dicotómicas como politómicas y se puede considerar tanto el efecto individual de cada uno como el efecto de interacción (Berlanga, 2014).

El proceso de análisis de una regresión logística se puede dividir en varias etapas o tareas:

- 1) *Selección de las variables del modelo*: Es fundamental que las variables se justifiquen en el contexto de los objetivos de la investigación y a partir de criterios teóricos que fundamenten la relación de dependencia.
- 2) *Estimación de los coeficientes de las variables independientes*: La estimación de los coeficientes o pesos de la ecuación de regresión que determinan la importancia de cada variable independiente en la explicación de la dependiente se realiza mediante un algoritmo iterativo de máxima verosimilitud propio del modelo de regresión logística.
- 3) *Clasificación de los casos*: En función de la ecuación de regresión logística estimada se procede a la clasificación de los individuos según la variable dependiente pronosticada.
- 4) *Análisis de los residuos*: Con el modelo seleccionado se puede proceder a realizar un análisis más detallado de los residuos con el fin de detectar la existencia de casos extremos.

La identificación de las principales variables que producen retraso y sobrecoste en las obras públicas de Bolivia se realizó a través de los análisis de regresión logística. El análisis se realizó entre las variables significativas y con mayor influencia en la modificación de coste y plazo. En el siguiente capítulo se puede apreciar cuales fueron los resultados y conclusiones del análisis realizado siguiendo la metodología descrita.

Por último, una vez tratados los datos y variables mediante las técnicas estadísticas correspondientes para cumplir con los objetivos de la investigación se procede a analizar los mismos, explicándolos de la manera más clara posible. Asimismo, se contrasta y discute estos resultados con lo obtenido en el marco teórico y la revisión bibliográfica. Para un mejor entendimiento de los resultados se utilizó tablas y gráficos, los cuales se presentan en el siguiente capítulo.

En base a la consecución de los objetivos en la presente investigación se desarrollaron las conclusiones, se identificaron limitaciones y se plantearon recomendaciones y futuras líneas de investigación acorde al tema de estudio.

5. RESULTADOS

En este capítulo se exponen los resultados obtenidos en la investigación en base a los objetivos de la misma. Para un claro entendimiento se utilizó información gráfica junto con tablas y se presentan los resultados de todos los análisis estadísticos realizados

5.1. Identificación de causas de retraso y sobrecoste en la construcción de obras de ingeniería civil y edificación a partir de la revisión de literatura

La clasificación de las causas se expone en la *Tabla 8*. En esta tabla se especifica la clasificación y el nombre de cada una de las causas según Annamalaisami y Kuppuswamy (2021). En la tercera columna se puede apreciar el número de artículos en los que la causa fue mencionada. En la última columna se encuentra su porcentaje de mención en función de los 20 artículos analizados donde se resaltan aquellas causas con mayor porcentaje de menciones. Para la selección de las principales causas fue necesario considerar ciertos factores que se explican a continuación:

- Las causas elegidas tienen que estar dentro del contexto de la construcción en Bolivia.
- Al ser el objeto de estudio obras estatales, donde la encargada de la fiscalización es una institución estatal, las causas por las que se aprueba la modificación de un contrato ya sea en plazo o en coste son causas debidamente justificadas, que no son atribuibles a la mala gestión interna por parte de la empresa contratista, por el contrario, son causas externas o imprevistas. En caso de que la mala gestión interna de la empresa contratista provoque un retraso o sobrecoste, se determina como alternativa una rescisión de contrato.

De acuerdo al porcentaje de menciones se puede apreciar que el mayor porcentaje se presenta con las causas relacionadas con el diseño, como ser los retrasos y los cambios en el diseño. De acuerdo a Idrees y Shafiq (2021) los errores en los diseños y en la documentación generada son una de las principales causas de modificación de plazos y costes. Seguidamente las causas relacionadas con la ejecución del proyecto son las que más menciones tienen, el factor climático es uno de las principales causas de retrasos durante la ejecución de la obra (Enshassi et al., 2009).

Tabla 8

Clasificación de causas de retraso y sobrecoste

Clasificación	Causa	Menciones	Menciones %
Relacionado con las finanzas	Escalada de precios	2	10
	Inflación	3	15
	Control financiero deficiente en el sitio	6	30
	Aumento de salarios	2	10
	Fluctuaciones en el tipo de cambio	4	20
	Retraso en el pago de planillas por parte de la entidad	13	65
	Dificultades financieras por parte del propietario	9	45
	Cambios en la estructura socioeconómica	2	10
	Altas tasas de interés para prestamos	1	5
	Trabajos adicionales no considerados	10	50
Relacionados con el diseño	Cambios en las especificaciones	8	40
	Cambios en el diseño	15	75
	Retrasos en la entrega de los diseños	16	80

	Especificaciones inadecuadas	12	60
	Variación del alcance de contrato	15	75
	Complejidades políticas	10	50
	Interferencia del propietario	2	10
	Condiciones imprevistas del sitio	9	45
	Actualizaciones en las leyes/marco regulatorio	6	30
Relacionados con la ejecución del proyecto de construcción	Equipo y tecnología insuficientes	3	15
	Falta de experiencia por parte del contratista	8	40
	Falta de comunicación entre las partes implicadas	8	40
	Condiciones climáticas no anticipadas	14	70
	Falta de coordinación entre las partes	9	45
	Disputas sociales en el sitio	10	50
	Problemas relacionados con la seguridad de los trabajadores	1	5
	Problemas relacionados con la salud de los trabajadores	1	5
	Demoras en la adquisición de materiales	9	45
	Entrega tardía de materiales y equipos	7	35
	Escasez de trabajadores en el sitio	2	10
	Problemas relacionados con el control del proyecto	9	45
	Suspensión de la construcción	11	55
	Relacionados con la calidad	Desperdicios en obra	12
Reconstrucción de obras		2	10
	Estudios incompletos en sitio de proyecto	14	70
Relacionados con la habilidad profesional	Información inadecuada para la preparación del presupuesto	3	15
	Sesgo de optimismo	3	15
	Deficiencia en la documentación de licitación	8	40

La siguiente tabla (Tabla 9) recoge las causas más importantes según el número de menciones en los artículos analizados.

Tabla 9

Factores seleccionados

Nº	Clasificación	Factores de retraso o sobrecoste
1	Relacionado con las finanzas	Retraso en el pago de planillas por parte de la entidad
2	Relacionados con el diseño	Trabajos adicionales no considerados
3		Cambios en el diseño
4		Retrasos en la entrega de los diseños
5		Complejidades políticas
6	Relacionados con la ejecución del proyecto de construcción	Condiciones climáticas no anticipadas
7		Disputas sociales en el sitio
8		Suspensión de la construcción por fuerza mayor
9	Relacionados con la habilidad profesional	Estudios incompletos en sitio de proyecto

5.2. Análisis de los procesos de contratación registrados en la base de datos del SICOES

5.2.1. Caracterización de la muestra

Plazos y costes

La muestra estudiada contempla 247 proyectos de construcción que alcanzan la suma de aproximadamente 185 millones de dólares de inversión en los años de referencia. En la Tabla 10 se observa los datos por año. Se registran 49 proyectos en el año 2015, 42 proyectos en el año 2016, 47 proyectos en el año 2017, 51 proyectos en el año 2018, 52 proyectos en el año 2019 y 6 proyectos en el año 2020.

Como se puede observar en la Tabla 10 existe un gran decremento en el coste en los dos últimos años (2019 y 2020), esto se debe a un par de razones fundamentales. La primera debido a la naturaleza de la presente investigación, donde se analiza los proyectos ya concluidos a la fecha por lo tanto, el periodo entre el inicio de proyecto y la conclusión del mismo es corto. La segunda razón deriva de los problemas políticos-sociales ocurridos en Bolivia el año 2019, que junto con la pandemia del COVID 19 repercutieron en la mengua de la ejecución de proyectos públicos.

Tabla 10

Proyectos seleccionados como muestra representativa

AÑO	Proyectos	Coste inicial	Coste Final
2015	49	556 121 302.00 Bs. (79 902 485.00 USD)	595 751 587.81 Bs. (85 596 492.00 USD)
2016	42	384 931 415.00 Bs. (55 306 237.00 USD)	409 114 264.61 Bs. (58 780 785.00 USD)
2017	47	213 505 281.00 Bs. (30 676 046.00 USD)	218 125 696.12 Bs. (31 434 008.00 USD)
2018	51	250 873 899.00 Bs. (36 045 100.00 USD)	253 483 157.47 Bs. (36 419 993.00 USD)
2019	52	129 628 480.00 Bs. (18 624 781.00 USD)	132 987 627.93 Bs. (19 107 417.00 USD)
2020	6	16 786 352.00 Bs. (2 411 832.00 USD)	16 848 625.13 Bs. (2 420 779.00 USD)
Total	247	1 551 846 729.00 Bs. (222 966 484.00 USD)	1 626 310 959.07 Bs. (233 665 367.00 USD)

En la Tabla 11 se puede apreciar las diferencias entre el coste y plazo del proyecto al inicio del proyecto y al final de los mismos. En cuanto a la diferencia promedio entre el coste al inicio y al final del proyecto se observa que el año de mayor diferencia fueron aquellos proyectos estudiados que iniciaron su ejecución el año 2015, con un 7 % de diferencia entre coste final e inicial. Asimismo, en este año la muestra de estudio tuvo un coste más alto. En cuanto al plazo se puede apreciar que el año donde se presenta mayor magnitud en el retraso fue el año 2019 a pesar de que el plazo inicial era menor a otros años.

Tabla 11

Coste y plazo de muestra estudiada

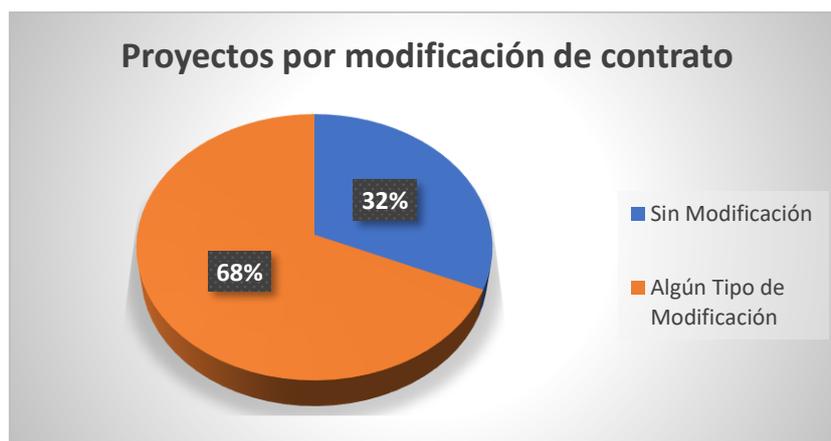
Año	Proyectos	Coste inicial promedio	Coste final promedio	Dif. Promedio Coste (%)	Plazo inicial promedio (días)	Plazo final promedio (días)	Dif. promedio plazo (%)
2015	49	11 349 414.33 Bs. (1 630 663.00 USD)	12 158 195.67 Bs. (1 746 867.00 USD)	7%	299	405	35%
2016	42	9 165 033.69 Bs. (1 316 815.00 USD)	9 740 815.82 Bs. (1 399 542.50 USD)	6%	283	384	36%
2017	47	4 542 665.55 Bs. (652 681.00 USD)	4 640 972.26 Bs. (666 806.00 USD)	2%	259	312	20%
2018	51	4 919 096.06 Bs. (706 766.00 USD)	4 970 257.99 Bs. (714 117.00 USD)	1%	207	246	19%
2019	52	2 492 855.38 Bs. (358 169.00 USD)	2 557 454.38 Bs. (367 450.00 USD)	3%	163	228	40%
2020	6	2 797 725.33 Bs. (401 972.03 USD)	2 808 104.19 Bs. (403 463.25 USD)	0%	62	82	32%

Modificación de contrato

De los 247 proyectos analizados se puede determinar que en 68 % hubo algún tipo de modificación en el contrato, ya sea modificación en el coste, en el plazo o ambos. En un 32 % no existió ningún tipo de modificación. Este dato es sumamente revelador, pues se deduce que de cada 10 proyectos que se realizaron solamente 3 cumplieron con lo establecido en el diseño y con lo planificado durante la licitación, en los restantes proyectos hubo sobrecoste y postergaciones.

Figura 12

Caracterización por presencia de modificación de contrato

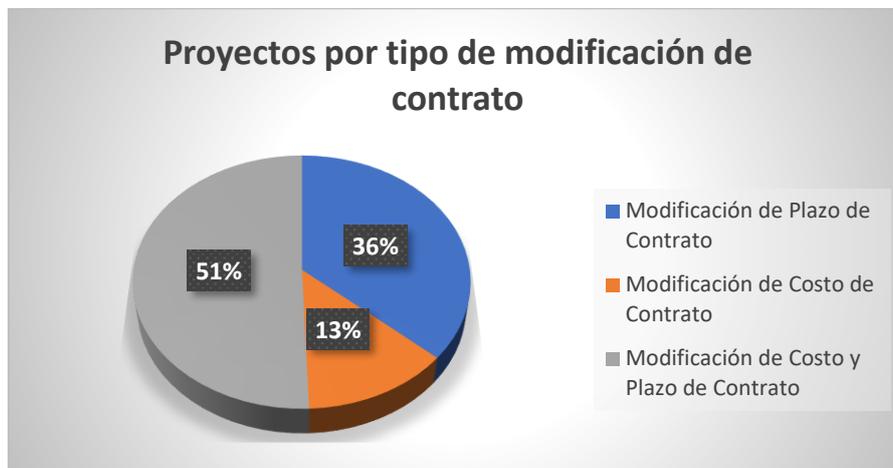


Tipo de modificación

En la *Figura 13* se aprecia que aproximadamente en la mitad de los proyectos en los que hubo una modificación fue tanto en coste como en plazo, esto concuerda con lo expuesto por Jackson (2002), en el que expone que los sobrecostes y retrasos están relacionados en la mayoría de los casos, donde se presenta un retraso también se presenta un sobrecoste.

Figura 13

Caracterización por tipo de modificación de contrato



Tipo de obra

Para un correcto análisis estadístico se agrupó esta variable en dos categorías: 1) edificación, parques y espacios verdes, 2) transporte y obras hidráulicas. El porcentaje de la muestra de estudio se presenta a continuación

Figura 14

Caracterización por tipo de obra



En la Tabla 12, las estadísticas se presentan por tipo de obra. La frecuencia de las obras de transporte y obras hidráulicas son las más altas (63%). A pesar de esta diferencia en cantidad de la muestra de estudio, cuando se analiza el coste de estos proyectos se minimiza esta diferencia, lo que indica que las obras de edificación, parques y espacios verdes estudiados tienen un coste mayor al de transporte y obras hidráulicas. En cuanto al plazo inicial promedio en ambas categorías es de 235 días, es decir, alrededor de ocho meses.

Tabla 12

Distribución de muestra por tipo de obra

Tipo de obra	Proyectos	Coste inicial promedio	Coste final promedio	Dif. promedio coste (%)	Plazo inicial promedio (días)	Plazo final promedio (días)	Dif. promedio plazo (%)
Edificación, parques y espacios verdes	91	7 465 113.63 Bs. (1 072 573.00 USD)	7 794 500.44 Bs. (1 119 899.00 USD)	4.4%	235	293	24.7%
Transporte, obras hidráulicas	156	5 593 085.83 Bs. (803 604.29 USD)	5 878 278.32 Bs. (844 580.20 USD)	5.1%	235	316	34.5%

Tipo de promotor

Como se observa en la variable tipo de promotor, en un 50 % de proyectos los promotores son entidades a nivel municipal, el 35 % corresponde a entidades a nivel departamental y un 15% que representan a las entidades a nivel nacional. Las entidades municipales existen en mayor número y licitan mayor cantidad de proyectos, estos proyectos son los que incluyen la infraestructura para el funcionamiento de ciudades, además abarcan todo tipo de proyectos, ya sean de pequeño o gran tamaño.

Figura 15

Caracterización por tipo de promotor



El coste inicial y el porcentaje en cada categoría está repartido equitativamente, a pesar de que la cantidad de proyectos municipales es mayor, los proyectos regulados por entidades nacionales son de mayor envergadura, como se puede apreciar en la Tabla 13. Respecto al plazo, por las mismas características de las obras, los proyectos de entidades municipales son más cortos ya que se tratan de proyectos menores.

Tabla 13
Distribución de muestra por tipo de promotor

Tipo de promotor	Proyectos	Coste inicial promedio (Bs.)	Coste final promedio (Bs)	Dif. Promedio Coste (%)	Plazo inicial promedio (días)	Plazo final promedio (días)	Dif. promedio plazo (%)
Entidad nacional	36	15 317 019.33 Bs. (2 200 721.11 USD)	15 960 831.41 Bs. (2 293 222.00 USD)	4.2%	249	363	45.8%
Entidad departamental	86	5 817 455.27 Bs. (835 841.00 USD)	6 178 271.14 Bs. (887 682.64 USD)	6.2%	284	348	22.5%
Entidad municipal	125	4 001 063.04 Bs. (574 865.40 USD)	4 163 117.68 Bs. (598 149.09 USD)	4.1%	199	262	31.7%

Región de obra

Aproximadamente el 62% de las obras estudiadas se encuentran en la región de los Valles y Llanos que incluyen a los departamentos de Chuquisaca, Tarija, Beni, Pando Santa Cruz, Cochabamba, siendo estos dos últimos los de mayor movimiento económico y los más grandes de la región en términos demográficos. En cuanto a la región Andina, es decir a los departamentos de La Paz, Potosí y Oruro las obras alcanzan un 38 %, con La Paz como el principal departamento y además siendo la sede de gobierno.

Figura 16
Caracterización por región de obra


En función de la Tabla 14, se puede ver que el coste inicial de las obras ubicadas en Valles y Llanos representa un 58 % de las obras totales. Las obras de mayor plazo inicial se concretan en las obras ubicadas en la región andina.

Tabla 14
Distribución de muestra por región de obra

Región de obra	Proyectos	Coste inicial promedio (Bs.)	Coste final promedio (Bs)	Dif. Promedio Coste (%)	Plazo inicial promedio (días)	Plazo final promedio (días)	Dif. promedio plazo (%)
Andina	95	6 824 596.94 Bs. (980 545.00 USD)	7 118 153.80 Bs. (1 022 723.00 USD)	4.3%	253	338	33.6%
Valles y llanos	152	5 944 144.87 Bs. (854 043.80 USD)	6 250 568.08 Bs. (898 070.00 USD)	5.2%	225	286	27.1%

Estrategia de licitación

Se pudo evidenciar que, a pesar de existir cuatro estrategias de licitación disponibles para seleccionar al adjudicatario de un proyecto, en el caso de licitaciones en construcción solamente se utilizan dos tipos de estrategia: calidad, propuesta técnica y coste y la estrategia de menor coste. La mayoría de las licitaciones (68%) se basan en la estrategia de calidad, propuesta técnica y coste, en el momento de la calificación de propuestas se tienen en cuenta tanto criterios técnicos como criterios económicos. El resto de licitaciones (32%) tienen como criterio de calificación solamente el criterio económico, aunque cabe aclarar que en este tipo de estrategia el contratista se compromete a cumplir con las condiciones mínimas establecidas en las especificaciones técnicas y documentos de licitación. La estrategia de licitación muchas veces se define en base a las políticas seguidas por la entidad encargada del proceso, sin tener en cuenta las características técnicas del proyecto. La distribución de la muestra en función de la estrategia de licitación se muestra en la *Figura 17*.

Figura 17

Caracterización por estrategia de licitación



En la *Tabla 15* se evidencia que el coste de las obras donde la estrategia de licitación es el de calidad, propuesta técnica y coste abarca un 69 % del total del coste inicial, en lo referido a plazo los proyectos con esta estrategia de licitación tienen mayor duración ya que en promedio su plazo inicial es de 255 días.

Tabla 15

Distribución de muestra por estrategia de licitación

Estrategia de licitación	Proyectos	Coste inicial promedio (Bs.)	Coste final promedio (Bs)	Dif. Promedio Coste (%)	Plazo inicial promedio (días)	Plazo final promedio (días)	Dif. promedio plazo (%)
Menor coste	79	5 995 131.75 Bs. (861 369.00 USD)	6 213 632.29 Bs. (892 763.26 USD)	3.6%	196	253	29.1%
Calidad, propuesta técnica y coste	168	6 383 797.93 Bs. (912 212.00USD)	6 724 290.21 Bs. (966 133.65 USD)	5.3%	255	332	30.2%

Baja de licitación

En cuanto a la baja de licitación, el 66% de los proyectos estudiados presentan una baja menor o igual al 4% mientras que el 34% presentan bajas mayores al 4% (*Figura 18*), de acuerdo a la

legislación vigente no existe un límite en cuanto a la baja con la que puede presentarse una empresa a un proceso de licitación.

Figura 18

Caracterización por baja de licitación



5.3. Identificación de las principales variables que provocan desviaciones de coste y plazo en los procesos de contratación

5.3.1. Análisis descriptivo

En este apartado se detalla la estadística descriptiva de las variables estudiadas, se describen los datos, valores y resultados de los cálculos obtenidos, todos ellos mediante distintas técnicas estadísticas.

Diagrama de cajas y bigotes

En función de las variables estudiadas se realizó un diagrama de cajas y bigotes de las variables cuantitativas. Mediante esta técnica se busca encontrar los datos anómalos y atípicos para hacer un análisis de los mismos y posteriormente definir como se tratará de ellos. Las variables estudiadas son las siguientes: 1) coste inicial de contrato; 2) plazo inicial de contrato; 3) número de proponentes y 4) porcentaje de baja de la propuesta ganadora

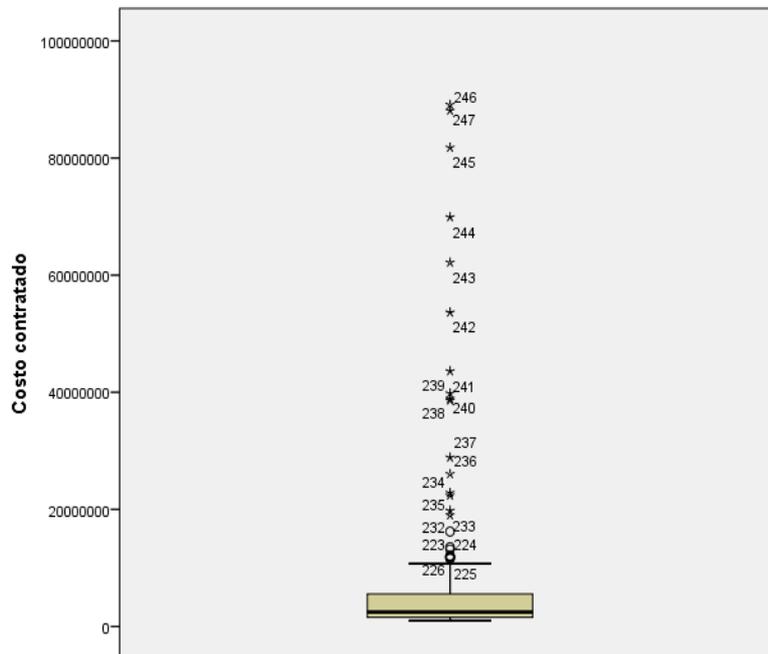
Coste inicial de contrato

El diagrama de cajas y bigotes de la variable coste inicial de contrato se presenta en la *Figura 19*. Como se puede observar en esta figura, el coste inicial de contrato tiene datos extremos y alejados, estos datos se tratan de obras con coste alto en comparación con la mayoría de los casos estudiados, recordar que en la muestra de estudio solamente se determinó un límite inferior (mayor a Bs. 1.000.000) pero no así un límite superior. De acuerdo al objeto de la presente investigación, en la que se quiere encontrar factores de retraso y sobrecoste, debido a que también existe otra gran cantidad de variables a analizar no se considera adecuado eliminar estos datos.



Figura 19

Diagrama de cajas y bigotes coste inicial de contrato

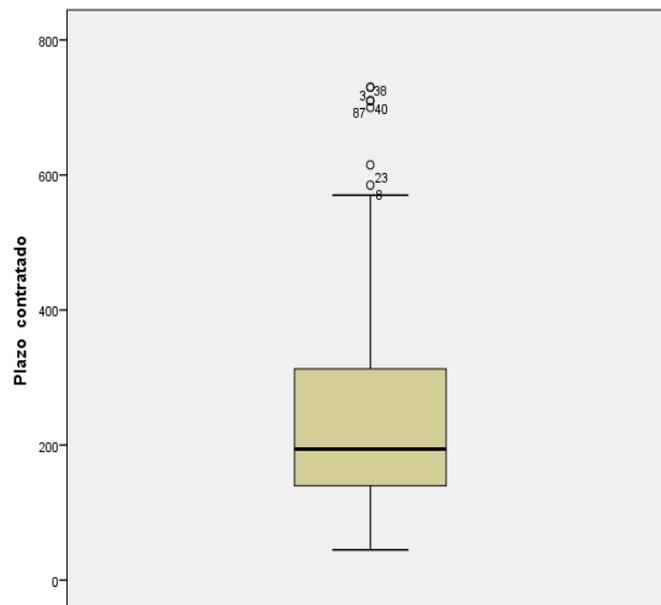


Plazo inicial de contrato

En la *Figura 20* se presenta el diagrama de cajas y bigotes respecto a la variable plazo inicial de contrato. En el diagrama se aprecia que no existe una varianza grande de datos, solamente existen casos atípicos, pero no extremos por lo que en función del objeto de la investigación no se hace necesario realizar algún tipo de manejo de datos.

Figura 20

Diagrama de cajas y bigotes plazo inicial de contrato



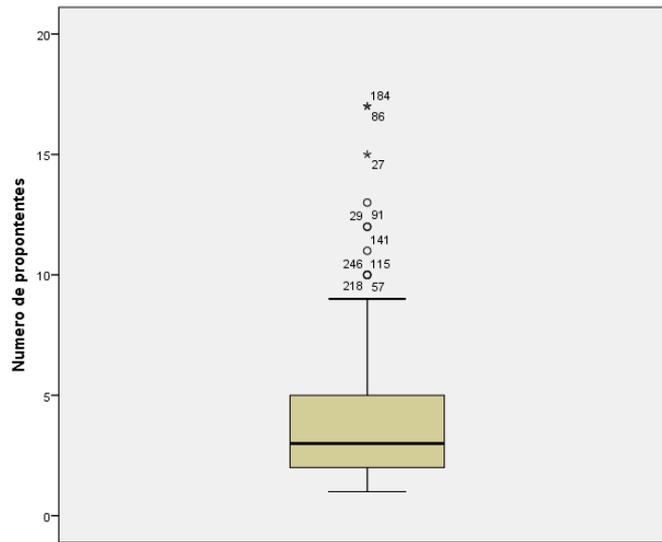


Número de proponentes

En cuanto al número de proponentes, el diagrama de cajas y bigotes presenta algunos datos atípicos pero debido a la importancia de la variable no es necesario realizar ningún tipo de manejo de datos.

Figura 21

Diagrama de cajas y bigotes número de proponentes

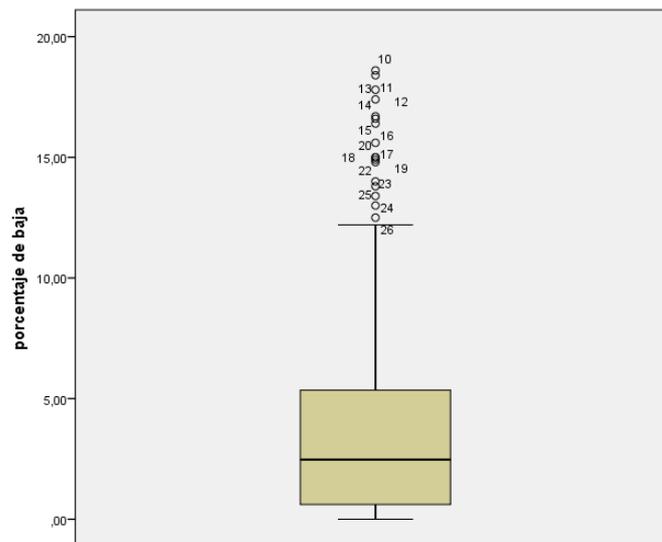


Porcentaje de baja

La varianza en el porcentaje de baja presentado por la empresa ganadora se aprecia en la *Figura 22*. En la legislación boliviana no existe un límite de baja por lo que la empresa puede presentarse con la baja que considere adecuada, dentro del objeto de estudio no es necesario eliminar estos datos ya que proporcionarían una mejor perspectiva para el estudio.

Figura 22

Diagrama de cajas y bigotes porcentaje de baja



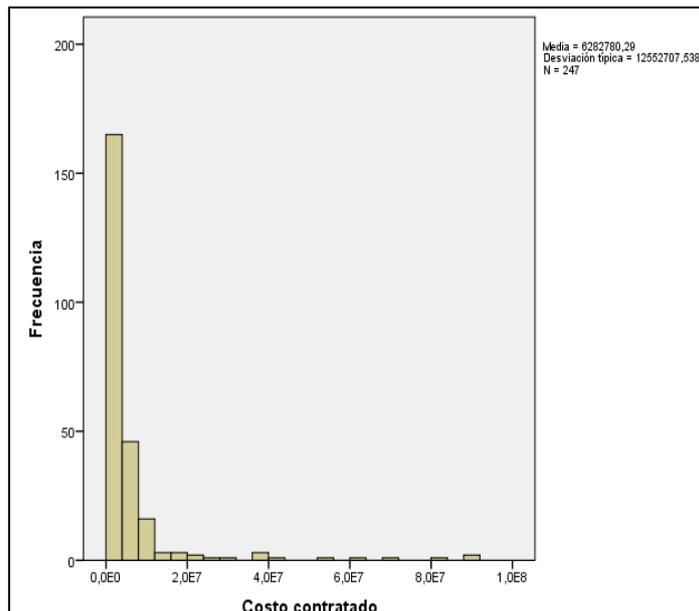


Pruebas de normalidad

Se realizaron dos tipos de pruebas para comprobar la normalidad de los datos y de esta manera poder elegir el tipo de análisis estadístico con los que se desarrolla el estudio. El primer tipo de pruebas se trata de prueba gráficas, en las que se obtuvieron una serie de histogramas para observar la distribución de los datos. Los histogramas muestran que los datos recopilados están lejos de seguir una distribución normal (*Figura 23 y Figura 24*), al no mostrar gráficamente una distribución que forme un histograma similar a una campana de Gauss.

Figura 23

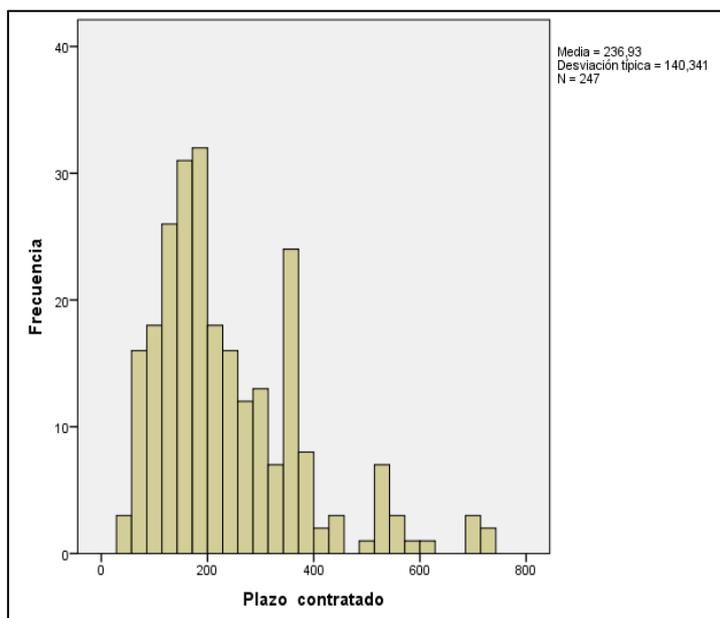
Histograma coste inicial de contrato



En la *Figura 24* se muestra el resultado del histograma de la variable plazo inicial de contratación.

Figura 24

Histograma plazo inicial de contratación



Para reforzar el análisis gráfico que comprueba la distribución no normal se usó el test de Kolmogorov-Smirnov, las variables en las que se realizó esta prueba fueron el coste inicial de contrato y el plazo inicial de contrato. Mediante este test se determinó las características de los datos y las pruebas a utilizar en los mismos. Los resultados obtenidos se muestran en la Tabla 16. Las pruebas de normalidad de Kolmogorov-Smirnov confirma que los costes ni el plazo siguen una distribución normal (valor $p=0.00$) por lo tanto, se rechaza la hipótesis nula H_0 y por lo tanto todas las pruebas estadísticas son de tipo no paramétricas.

Tabla 16

Test de normalidad Kolmogorov-Smirnov

Prueba de normalidad Kolmogorov-Smirnov			
Variable	Estadístico	gl	Sig
Coste inicial de contratación	0.338	247	0.000
Plazo inicial de contratación	0.151	247	0.000

5.3.2. Análisis de correlación

Para el análisis de regresión logística es necesario hacer un análisis de interrelaciones o interacciones entre las variables independientes a fin de constatar la existencia de multicolinealidad y determinar el nivel de asociación entre las variables no colineales y la variable dependiente. Para este análisis se utilizó el análisis de correlación mediante el cálculo del coeficiente rho de Spearman. La codificación de las variables a las que se aplicó el análisis de Spearman se muestra en la Tabla 17.

Tabla 17

Codificación variables análisis de Spearman

Cod.	Variable
V1	Tipo de obra
V2	Tipo de promotor
V3	Región de obra
V4	Estrategia de licitación
V5	Experiencia de la empresa
V6	Experiencia de los profesionales
V7	Cronograma presentado
V8	Metodología presentada
V10	Maquinaria propuesta
V11	Presupuesto presentado
V12	Margen de preferencia
V13	Baja de licitación
V14	Coste inicial de contrato
V15	Plazo inicial de contrato
V16	Coste final de contrato
V17	Plazo final de contrato
V18	Modificación en coste
V19	Modificación en plazo
V20	Retrasos en pagos

Cod.	Variable
V21	Trabajos adicionales
V22	Cambios en el diseño
V23	Retrasos en el diseño
V24	Complejidades Políticas
V25	Estudios incompletos en sitio de proyecto
V26	Condiciones climáticas no anticipadas
V27	Demoras/suspensión de la construcción
V28	Disputas sociales en el sitio

Ya con la codificación de las variables definidas se procedió a realizar el análisis estadístico mediante el cálculo del coeficiente de rho de Spearman. El resultado de este análisis se muestra en la Tabla 18.

Tabla 18

Análisis de correlación, coeficiente rho de Spearman

	V1	V2	V3	V4	V5	V6	V7	V8	V9	V10	V11	V12	V13	V14	V15	V16	V17	V18	V19	V20	V21	V22	V23	V24	V25	V26	V27	V28	
V1	1																												
V2	0.017	1																											
V3	0.12	0.016	1																										
V4	0.054	0.053	-0.16	1																									
V5	-0.05	-0.05	0.128	-0.836	1																								
V6	-0.16	0.026	-0.03	-0.888	0.775	1																							
V7	-0.1	0.001	0.251	-0.802	0.644	0.615	1																						
V8	-0.19	-0.04	0.203	-0.805	0.68	0.616	0.785	1																					
V9	0.054	-0.1	0.127	-0.843	0.713	0.62	0.664	0.633	1																				
V10	0.027	-0.06	-0.02	0.844	-0.06	-0.08	-0.11	-0.08	-0.03	1																			
V11	-0.01	0.086	-0.03	0.825	-0.04	-0.1	-0.09	-0.1	0.059	0.116	1																		
V12	0.141	-0.07	-0.02	0.507	-0.43	-0.42	-0.45	-0.47	-0.44	0.101	0.01	1																	
V13	0.044	0.026	0.105	0.127	0.011	-0.06	0.036	-0.07	0.09	0.053	0.11	0.235	1																
V14	-0.1	-0.31	0.009	-0.12	0.097	0.05	0.09	0.09	0.134	-0.06	-0.03	-0.11	0.143	1															
V15	-0.13	-0.19	-0.08	-0.22	0.195	0.149	0.153	0.185	0.209	0.088	-0.03	-0.18	0.073	0.604	1														
V16	-0.1	-0.3	0.027	-0.12	0.107	0.046	0.082	0.085	0.141	-0.06	0.006	-0.09	0.099	0.072	0.597	1													
V17	-0.16	-0.15	-0.1	-0.19	0.159	0.119	0.114	0.175	0.158	0.086	-0.02	-0.16	0.237	0.644	0.063	0.649	1												
V18	-0.17	-0.08	0.162	-0.09	0.084	-0	0.143	0.124	-0.01	-0.08	0.054	0.008	0.105	0.178	0.175	0.208	0.282	1											
V19	-0.21	-0.09	-0.06	-0.11	0.066	0.06	0.073	0.176	0.015	-0.06	-0.03	-0.03	-0.06	0.231	0.072	0.251	0.39	0.39	1										
V20	-0.06	0.067	-0.04	-0.05	0.049	0.035	0.099	0.043	0.024	0.01	0.024	-0.11	0.012	0.14	0.077	0.1	0.163	0.08	0.137	1									
V21	0.016	-0.03	0.027	-0.13	0.077	0.043	0.237	0.133	0.081	0.012	-0.01	-0.06	0.012	0.154	0.121	0.177	0.155	0.17	0.11	0.268	1								
V22	-0.19	-0.08	0.053	-0.07	0.044	0.026	0.105	0.127	0.011	-0.06	0.036	0.034	0.02	0.203	0.149	0.228	0.315	0.72	0.613	0.034	0.024	1							
V23	-0.02	0.023	0.006	-0.04	0.044	0.031	0.042	0.081	0.01	0.012	0.004	-0.1	-0.13	0.159	0.114	0.179	0.11	0.05	0.169	-0.03	-0.04	0.129	1						
V24	-0.04	0.013	-0.02	-0.09	0.071	0.132	0.019	-0.03	0.075	0.012	0.107	-0.05	-0.09	0.145	-0.02	0.148	0.06	0.00	0.125	0.25	0.086	-0.05	-0.04	1					
V25	-0.18	-0.08	0.088	-0.07	0.039	0.009	0.088	0.136	0.037	0.02	-0.06	-0.04	-0.07	0.139	0.093	0.1	0.149	0.32	0.222	0.221	0.02	0.285	-0.06	-0.06	1				
V26	-0.02	0.008	0.088	-0.03	0.03	-0.03	0.023	0.107	0.038	-0.13	0.026	-0.07	-0.03	0.09	0.053	0.11	0.235	0.10	0.384	0.055	0.084	0.086	-0.1	0.123	0.019	1			
V27	0.066	-0.05	-0.08	0.029	-0.01	-0.03	-0.03	-0.03	-0.05	0.021	-0.01	0.023	0.021	0	-0.16	0	0.11	0.00	0.291	-0.05	0.014	0.109	-0.07	0.006	-0.06	0.073	1		
V28	-0.07	0.058	-0.05	0.006	0.003	0.07	-0.08	-0.12	-0.03	0.012	0.055	0.012	0.012	0.152	0.072	0.162	0.207	0.14	0.125	0.25	0.086	0.086	0.077	0.308	0.086	0.068	-0.07	1	

Nota. Análisis estadístico realizado mediante el programa IBM SPSS 25.

Del análisis realizado se encontró siete variables que presentan multicolinealidad, es decir con valores rondando a 0.8 o mayores, los cuales se muestran en la Tabla 19.

Tabla 19

Correlación de variables

Variables correlacionadas	Rho de Spearman	Sig.
(V4)Estrategia de Licitación – (V5) Experiencia empresa	-0.836	0.000
(V4)Estrategia de Licitación – (V6) Experiencia profesionales	-0.888	0.000
(V4)Estrategia de Licitación- (V7)Cronograma	-0.802	0.000
(V4)Estrategia de Licitación- (V8)Metodología propuesta	-0.805	0.000
(V4)Estrategia de Licitación – (V9)Maquinaria propuesta	-0.843	0.000
(V4)Estrategia de Licitación – (V10)Presupuesto presentado	0.844	0.000
(V4)Estrategia de Licitación – (V11)Margen Preferencial	0.825	0.000

En base al coeficiente de Rho de Spearman existe multicolinealidad entre las variables estrategia de licitación y las variables que para la recolección de datos se las definió como criterios de calificación de licitación: Experiencia empresa, experiencia profesionales, cronograma, metodología propuesta, maquinaria propuesta, presupuesto presentado y margen preferencial, todas estas variables son calificadas como los criterios de calificación de licitación. La correlación entre estas variables es evidente ya que de acuerdo a la estrategia de licitación los criterios de calificación son similares. En caso de que la estrategia de licitación sea la denominada calidad, propuesta técnica y coste, las variables cronograma, experiencia empresa, experiencia de los profesionales, metodología propuesta y maquinaria propuesta siempre tienen ponderación en el proceso de calificación si se lo compara con la estrategia de licitación de menor coste en la que simplemente el coste de la propuesta o el margen preferencial son considerados en la calificación. En tal sentido las variables a eliminar serán la de los criterios de calificación: (V5) *Experiencia empresa*, (V6) *Experiencia profesionales*, (V7) *Cronograma*, (V8) *Metodología propuesta*, (V9) *Maquinaria propuesta*, (V10) *Presupuesto presentado*, (V11) *Margen Preferencial*.

5.3.3. Regresión logística

Para evaluar cuales son las principales variables que producen retraso y sobrecoste en las obras de ingeniería civil y edificación de promoción pública en Bolivia se desarrollaron dos regresiones logísticas. El objetivo de estos dos análisis fue identificar las variables de mayor influencia en la presencia de retraso o sobrecoste. En función de la literatura y las características de la investigación se tienen dos tipos de variables independientes, el primer tipo son aquellas variables relacionadas con las características propias de las obras y del proceso de licitación, el segundo tipo son las variables definidas como factores de retraso y sobrecoste seleccionados del estudio bibliográfico. Para cada regresión logística las variables dependientes fueron la presencia de retraso y la presencia de sobrecoste en el proyecto estudiado, la codificación fue de 0 (no presencia) y 1 (presencia).

Variables independientes características propias de la obra y del proceso de licitación

Las variables independientes usadas en la regresión logística fueron tipo de obra, tipo de promotor, región de la obra, estrategia de licitación, número de proponentes, baja de licitación, coste inicial de contrato, plazo inicial de contrato y los criterios de calificación. Las variables tipo de obra y región de obra primeramente fueron analizados para reducir el número de categorías

para este análisis estadístico. A partir de los resultados se agruparon las categorías referentes de la variable tipos de obra, se agrupó las categorías de edificación y parques y espacios verdes como también las categorías de transporte y obras hidráulicas. En la variable región de obra se agruparon las categorías valles y llanos. Estas agrupaciones se realizaron luego de verificar que no presentaban diferencias significativas. La categorización y codificación de cada variable independiente y dependiente se muestra en la Tabla 20

Tabla 20

Categorías definidas para cada variable, características propias y de la licitación

Variables Independientes	Categorías
Tipo de obra	0: Edificación, parques y espacios verdes 1: Transporte y obras hidráulicas
Tipo de promotor	0: Entidades nacionales 1: Entidades departamentales 2: Entidades municipales
Región de obra	0: Andina 1: Valles o llanos
Estrategia de licitación	0: Menor Coste 1: Calidad, propuesta técnica y coste
Numero de proponentes	0: Cantidad de proponentes menor a 4 1: Cantidad de proponentes igual o mayor a 4
Baja de licitación	0: Porcentaje de baja menor o igual a 4% 1: Porcentaje de baja mayor a 4%
Coste inicial de contrato	0: Coste menor o igual a Bs. 5.000.000 1: Coste mayor a Bs. 5.000.000
Plazo inicial de contrato	0: Plazo menor o igual a 180 días 1: Plazo mayor a 180 Días

El análisis de regresión logística se basó en aquellas variables independientes que son estadísticamente significantes. Una variable es estadísticamente significativa cuando su p valor es menor a 0.05, y representa que esta variable influye significativamente en el valor de la variable dependiente (Field, 2018). Los coeficientes del estadístico de Wald, y los odds ratio (Exp(B)) se usaron para determinar la influencia de estas variables en la variable dependiente. Los análisis de regresión logística se realizaron mediante el programa SPSS Statistics.

- **Modificación en coste**

El primer análisis de regresión logística realizado tiene como variables independientes a las características propias y del proceso de licitación, la variable dependiente es la modificación en coste. Mediante este análisis se busca determinar cuáles son las principales variables que influyen en la modificación de coste. La Tabla 21 muestra solamente aquellos resultados en los que la variable independiente es significativa (p -valor <0.05).

Tabla 21

Resultados del análisis de regresión logística. Variable dependiente: modificación en coste

Variable Dependiente	Variable Independiente	Wald	gl	sig.	Exp(B)
Modificación en coste	Tipo de obra 1-0	10.373	1	0.001	0.391
	Región de obra 1-0	8.496	1	0.004	2.371
	Coste inicial de contrato 1-0	12.925	1	0.000	3.039

Nota. Análisis estadístico realizado mediante el programa IBM SPSS 25. Wald: estadístico de Wald; gl: grados de libertad; sig: p valor (significancia <0.05); Exp(B): odds ratio de éxito. Tipo de obra (0: Edificación,

parques y espacios verdes; 1: Transporte y obras hidráulicas); Región (0: Andina; 1: Valles y llanos); Coste inicial de contrato (0: menor o igual a 5 millones de pesos bolivianos; 1: mayor a 5 millones de pesos bolivianos)

De acuerdo al análisis de regresión logística las tres variables significativas son el tipo de obra, la región de obra y el coste inicial de contrato.

El análisis entre las categorías de la variable tipo de obra (Transporte y obras Hidráulicas – Edificación, parques y espacios verdes) con un valor de Exp (B) (Odds Ratio) = 0.391 indica que existe menor probabilidad de que una obra de transporte u obra hidráulica presente una modificación en coste a comparación con una obra de edificación, parques espacios verdes. Para un mejor entendimiento se puede utilizar el inverso del Odds Ratio (2.56), siendo la interpretación que una obra de tipo edificación, parques y espacios verdes tiene 2.56 veces mayor probabilidad de sufrir una modificación en coste en comparación a una obra de tipo hidráulica o de transporte.

En lo referente a la región de obra, obteniendo como resultado de la regresión logística un valor de Exp (B) (Odds Ratio) = 2.371 indica que existe una mayor probabilidad de que una obra ubicada en el valle o los llanos sufra una modificación en coste en comparación a una obra ubicada en la región altiplánica. Una obra ubicada en los valles o llanos tiene 2.371 veces mayor probabilidad de sufrir una modificación en coste en comparación a una obra ubicada en el altiplano.

La última variable en la que el análisis de regresión logística muestra resultado significativo es en el coste inicial de contrato, el valor de Exp (B) (Odds Ratio) = 3.039 indica que existe una mayor probabilidad de que una obra con un presupuesto de proyecto mayor a Bs. 5.000.000 (equivalente a 718.390 USD) sufra una modificación en coste en comparación a una obra que tenga un presupuesto inicial de proyecto menor o igual a Bs. 5.000.000 (equivalente a 718.390 USD).

- **Modificación en plazo**

Para hallar las variables influyentes en la modificación en plazo se realizó un análisis de regresión logística donde la modificación en plazo fue la variable dependiente. Los resultados significativos del análisis se muestran en la Tabla 22.

Tabla 22

Resultados del análisis de regresión logística. Variable dependiente: modificación en plazo

Variable Dependiente	Variable Independiente	Wald	gl	sig.	Exp(B)
Modificación en plazo	Tipo de Obra 1-0	10.418	1	0.001	0.388
	Coste inicial de contrato 1-0	14.217	1	0.000	3.833

Nota. Análisis estadístico realizado mediante el programa IBM SPSS 25. Wald: estadístico de Wald; gl: grados de libertad; sig: p valor (significancia <0.05); Exp(B): odds ratio de éxito. Tipo de obra (0: Edificación, parques y espacios verdes; 1: Transporte y obras hidráulicas); Coste inicial de contrato (0: menor o igual a 5 millones de pesos bolivianos; 1: mayor a 5 millones de pesos bolivianos)

Las variables significativas que influyen en la modificación en plazo de los proyectos estudiados son el tipo de obra y el coste inicial de contrato.

Las obras de tipo transporte y obras hidráulicas tienen una menor probabilidad de presentar algún tipo de modificación en plazo en comparación a una obra de edificación, parques y espacios verdes, o interpretándolo de otra manera se puede expresar que una obra de tipo

edificación, parques y espacios verdes tiene una probabilidad mayor de 2.57 veces de sufrir una modificación en plazo en comparación a una obra de tipo hidráulica o de transporte.

El coste inicial de contrato presenta un valor de Exp(B) (Odds ratio) igual 3.833, por lo tanto, existe 3.833 veces mayor probabilidad de que una obra que tenga un coste inicial mayor a Bs. 5.000.000 sufra una modificación en plazo comparando con una obra que tenga un coste inicial de proyecto menor o igual a Bs. 5.000.000.

Factores de retraso o sobrecoste

A continuación, se procede a realizar un análisis más detallado acerca de los factores de retraso o sobrecoste. En la muestra estudiada se determinó cuáles son los factores que produjeron modificación en coste o en plazo, siendo posible la presencia de varias causas en un proyecto, en caso de presencia del factor se lo codificó con el número 0, caso contrario con el número 1. En la Tabla 23 se muestra las variables independientes y sus correspondientes categorías.

Tabla 23

Categorías definidas para cada variable, factores de retraso o sobrecoste

Variable independiente	Categorías
Retraso en pagos	0: No 1: Sí
Trabajos adicionales	0: No 1: Sí
Cambios en el diseño	0: No 1: Sí
Retrasos en el diseño	0: No 1: Sí
Complejidades políticas	0: No 1: Sí
Estudios incompletos en sitio de proyecto	0: No 1: Sí
Condiciones climáticas no anticipadas	0: No 1: Sí
Demoras/suspensión de la construcción	0: No 1: Sí
Disputas sociales en el sitio	0: No 1: Sí

a) Factores de retraso y sobrecoste en general

El primer análisis de regresión logística realizado sobre los factores de retraso y sobrecoste consideró a los nueve factores seleccionados de la revisión bibliográfica. Las variables dependientes fueron la presencia de retraso y la presencia de sobrecoste en el proyecto estudiado, la codificación fue de 0 (no presencia) y 1 (presencia).

- **Modificación en coste**

En esta regresión logística la variable dependiente es la modificación en coste mientras que las variables independientes consideradas fueron los nueve factores de retraso y sobrecoste. La *Tabla 24* muestra los resultados del análisis. Se presentan solamente aquellos resultados con

significancia estadística (p -valor <0.05). De acuerdo al análisis realizado el único factor con significancia estadística, tomando en cuenta toda la muestra de estudio, son los cambios en el diseño.

Tabla 24

Resultados del análisis de regresión logística, factores de retraso y sobrecoste.

Variable dependiente: modificación en coste

Variable Dependiente	Variable Independiente	Wald	gl	sig.	Exp(B)
Modificación en coste	Cambios en el diseño	3.942	1	0.047	4.605

Nota. Análisis estadístico realizado mediante el programa IBM SPSS 25. Wald: estadístico de Wald; gl: grados de libertad; sig: p valor (significancia <0.05); Exp(B): odds ratio de éxito.

- **Modificación en plazo**

Los resultados del análisis de regresión logística para determinar los principales factores que producen modificación en plazo se muestran en la Tabla 25. Los resultados indican que los cambios en el diseño y las condiciones climáticas no anticipadas son los dos factores estadísticamente significativos.

Tabla 25

Resultados del análisis de regresión logística, factores de retraso y sobrecoste.

Variable dependiente: modificación en plazo

Variable Dependiente	Variable Independiente	Wald	gl	sig.	Exp(B)
Modificación en plazo	Cambios en el diseño	46.717	1	0.004	77.425
	Condiciones climáticas no anticipadas	29.344	1	0.003	172.21

Nota. Análisis estadístico realizado mediante el programa IBM SPSS 25. Wald: estadístico de Wald; gl: grados de libertad; sig: p valor (significancia <0.05); Exp(B): odds ratio de éxito.)

Seguidamente se analizan las variables relacionadas con las características del proyecto y el proceso de licitación que de acuerdo al análisis de regresión logístico resultaron influyentes en la presencia de retrasos y sobrecostes. Por tanto, las variables analizadas son las siguientes: *Tipo de obra, región de obra y coste inicial de contrato.*

b) Influencia del tipo de obra

El análisis de regresión logística sobre la influencia del tipo de obra se realizó seleccionando los datos de la muestra de estudio que pertenecen a cada categoría de la variable. Es decir, se seleccionó aquellos proyectos clasificados como edificación, parques y espacios verdes para realizar un análisis de regresión logística. Para el segundo análisis se seleccionó aquellos proyectos que se encontraban dentro de la categoría de transporte y obras hidráulicas. Las variables independientes fueron los nueve factores de retraso y sobrecoste, y las variables dependientes fueron la modificación en coste y la modificación en plazo. La Tabla 26 muestra sólo los resultados de aquellas variables independientes significativas (p -valor <0.05).

Tabla 26

Resultados del análisis de regresión logística según tipo de obra. Variable dependiente: modificación en coste y plazo

Muestra	Variable dependiente	Variable independiente	Wald	gl	sig.	Exp(B)
Edificación, parques y espacios verdes	Modificación en coste	Cambios en el diseño	16.721	1	0.000	0.011
		Cambios en el diseño	28.088	1	0.000	0.016
	Modificación en plazo	Condiciones climáticas no anticipadas	21.097	1	0.000	0.008
Transporte y obras hidráulicas	Modificación en plazo	Demoras/suspensión de la construcción	2.789	1	0.05	3.684

Nota. Análisis estadístico realizado mediante el programa IBM SPSS 25. Wald: estadístico de Wald; gl: grados de libertad; sig: p valor (significancia <0.05); Exp(B): odds ratio de éxito.

Cómo se puede apreciar en la anterior tabla, en los proyectos clasificados como edificación, parques y espacios verdes los *cambios en el diseño* y las *condiciones climáticas no anticipadas* son los factores significativos influyentes en la presencia de retraso y sobrecoste. Recordar que de acuerdo a los análisis estadísticos realizados esta categoría es la que tiene mayor probabilidad de presentar una modificación en coste o en plazo.

En lo referente a los proyectos categorizados como transporte y obras hidráulicas el único factor estadísticamente significativo en la modificación en plazo fue el de *demoras/suspensión de la construcción*. En cuanto a modificación en coste, el análisis de regresión logística no muestra ningún resultado significativo.

c) Influencia de la región de obra

En la variable región de obra se realizó el análisis estadístico de acuerdo a sus dos categorías que son: (a) Andina y (b) Valles y llanos. Los resultados se muestran en la Tabla 27 e indican que solamente existen factores de retraso y sobrecoste significativos en los proyectos ubicados en la región de valles o llanos. La ausencia de variables con valores estadísticamente significativos en la región andina muestra que los factores que producen retrasos y sobrecostes son variados y no se puede establecer una relación con las variables dependientes.

Tabla 27

Resultados del análisis de regresión logística según región de obra. Variable dependiente: modificación en coste y plazo

Muestra	Variable dependiente	Variable independiente	Wald	gl	sig.	Exp(B)
Valles o llanos	Modificación en coste	Cambios en el diseño	3.383	1	0.046	3.877
		Cambios en el diseño	26.433	1	0.000	0.019
	Modificación en plazo	Condiciones climáticas no anticipadas	17.188	1	0.000	0.013

Nota. Análisis estadístico realizado mediante el programa IBM SPSS 25. Wald: estadístico de Wald; gl: grados de libertad; sig: p valor (significancia <0.05); Exp(B): odds ratio de éxito.)

d) Influencia del coste inicial del contrato

La última variable a analizar es el *Coste inicial de contrato*. Las categorías de esta variable son los costes iniciales de contrato con un monto igual o menor a Bs. 5.000.000 (equivalente a 718.391 USD) y los costes iniciales de contrato con un monto mayor a Bs. 5.000.000.

Los resultados expuestos en la Tabla 28 dan cuenta que los cambios en el diseño es el principal factor de retraso o sobrecoste. Examinando el estadístico de Wald, se aprecia la baja influencia

que tiene sobre la modificación en coste los cambios en el diseño en proyectos con coste inicial menores o iguales a Bs5.000.000.

Respecto a los proyectos con un coste mayor a Bs 5.000.000, los cambios en el diseño es el principal factor que produce retrasos y sobrecostes. En cuanto a la modificación en plazo también las condiciones climáticas no anticipadas y los conflictos sociales son factores significativos.

Tabla 28

Resultados del análisis de regresión logística según coste inicial de contrato. Variable dependiente: modificación en coste y plazo

Muestra	Variable dependiente	Variable independiente	Wald	gl	sig.	Exp(B)
Coste menor o igual a Bs. 5 000 000	Modificación en coste	Cambios en el diseño	2.015	1	0.049	2.318
		Cambios en el diseño	23.113	1	0.000	0.009
Coste mayor a Bs. 5 000 000	Modificación en plazo	Cambios en el diseño	36.700	1	0.000	0.020
		Condiciones climáticas no anticipadas	23.833	1	0.000	0.000
		Conflictos sociales	2.783	1	0.490	3.791

Nota. Análisis estadístico realizado mediante el programa IBM SPSS 25. Wald: estadístico de Wald; gl: grados de libertad; sig: p valor (significancia <0.05); Exp(B): odds ratio de éxito.)

6. DISCUSIÓN

En el presente apartado se discuten los resultados considerados de mayor relevancia obtenidos en el capítulo 5, esta discusión va acompañada de un análisis más profundo en base a los objetivos planteados y al contexto boliviano en el que se enmarca la presente investigación.

Causas de retraso y sobrecoste en la literatura

De acuerdo a la revisión bibliográfica se encontraron distintas causas que provocan retraso y sobrecoste en las obras de ingeniería civil y edificación. Muchos de los artículos detectados y estudiados han sido llevados a cabo en Asia y África por lo que fue necesario identificar aquellos que mejor se adecuan a la realidad latinoamericana y boliviana. Asimismo, los autores utilizan distintas clasificaciones para las causas de retraso y sobrecoste de acuerdo a los criterios que consideren más importantes. En la presente investigación se utilizó la clasificación propuesta por Annamalaisami y Kuppuswamy (2021), en la que define una taxonomía para las causas de retraso y sobrecoste en proyectos de construcción. Dichos autores proponen una clasificación de cinco grupos de factores de retraso y sobrecoste que facilitan comprender sus particularidades y facilitan para que los responsables de la toma de decisiones en los proyectos de construcción puedan comprender el comportamiento de sobrecostes y retrasos y puedan planificar eficazmente las acciones de mitigación en las prácticas de control de proyectos.

Causas de retraso y sobrecoste aplicados en el contexto boliviano

Como se mencionó anteriormente, las causas estudiadas se basan en artículos científicos en su mayoría de origen asiático y africano por lo que se seleccionó aquellas que mejor se adecuen al contexto político, social y económico del país, tal como lo especifica Azhar et al. (2008), quien indica que las características y circunstancias de la obra son singulares de acuerdo a cada región, así como de las características de la construcción. Debido al objeto de la presente investigación y a la información disponible, los factores de estudio elegidos en la presente investigación son aquellos disponibles en la base de datos del sistema de contrataciones estatales (SICOES). Las modificaciones de contrato aprobadas, donde se especifica el motivo por el que se aprueba un cambio en las condiciones del contrato original, ya sea en plazo o en coste, son causas debidamente justificadas, siendo las mismas ajenas a la responsabilidad del contratista. Atrasos o sobrecostes en las que el mal manejo de la obra por parte del contratista provoque un retraso o sobrecoste no será motivo para aprobar una modificación de contrato ampliando el plazo o presupuesto del proyecto, por el contrario, el contratista es quien tiene que asumir estos contratiempos llegando incluso a sufrir multas económicas y siendo la consecuencia más drástica la resolución de contrato, que conlleva la ejecución de las boletas de garantía junto con la prohibición de participar en obras estatales durante un tiempo determinado.

Dentro del mismo contexto de la investigación también es necesario comprender el elemento político y social que conllevan los proyectos estatales, pues son factores sumamente importantes a la hora de analizar retrasos y sobrecostes en obra pública (Idrees y Shafiq, 2021). De acuerdo a Santos et al. (2015), al ser los documentos de los proyectos estatales de libre acceso, muchos de estos son estudiados a detalle con el fin de generar polémica en los mismos, por esta razón, lo descrito en los documentos es cuidadosamente estudiado teniendo como fin evitar cualquier tipo de conflicto a futuro.

Las causas de retraso y sobrecoste seleccionadas y que se adecuan al contexto de la realidad boliviana se clasificaron en dos grupos. El primer grupo es el relacionado con las características propias de la obra y los procesos de licitación. Estas características son sumamente importantes y son inherentes al proyecto desde su nacimiento como ser el tipo de obra, la región de obra, estrategia de licitación entre otros, en este grupo se definieron nueve variables principales. El

segundo grupo son aquellas causas derivadas de la revisión de literatura y el análisis de causas disponible en la base de datos en la que también se seleccionaron nueve causas principales.

Información del sistema de contrataciones estatales (SICOES)

Los proyectos estudiados fueron de 247, una suma considerable y que para la selección de la muestra de estudio representativa consideró todos aquellos proyectos ejecutados y finalizados entre los años 2015 a 2020. Estos proyectos estudiados fueron aquellos con un presupuesto mayor a 1.000.000 de bolivianos, o su equivalente en dólares americanos (143.678 USD). Apolot et al. (2011) plantea investigar los problemas ocurridos en los proyectos con mayor presupuesto ya que tienen mayor complejidad, relevancia o duración y comúnmente se tratan de proyectos de gran envergadura. La selección de los proyectos a estudiar se lo realizó de manera aleatoria, siempre y cuando cumplan con las condiciones establecidas.

En cuanto a la información disponible en la base de datos se pudo identificar cierta fragilidad. La base de datos lo componen los archivos subidos por parte de los usuarios que son los funcionarios de la entidad contratante encargados del proyecto. En algunos proyectos elegidos no se encontraba toda la información relevante y exigida por la legislación boliviana, en otros casos la información disponible era errónea o ilegible. Por ejemplo, en algunos casos el escaneado era de deficiente calidad por lo que no era posible apreciar y obtener los datos necesarios.

Cabe resaltar que en el año 2020 hubo una baja considerable de los proyectos disponibles para el estudio, queda claro que la crisis política y social del último trimestre del año 2019 junto con la pandemia del Covid -19 repercutieron en esta merma de proyectos.

Principales variables que producen retraso y sobrecoste

De acuerdo al análisis de regresión logística, existen tres variables de las características de la obra y del proceso de licitación que marcan la presencia de retraso y sobrecoste en función de las categorías definidas, el tipo de obra, la región de obra y el coste inicial de contrato.

El análisis estadístico arrojó como resultado que los tres factores más influyentes en la presencia de retraso o sobrecoste según las variables tipo de obra, región de obra y coste inicial de contrato son los cambios en el diseño, las condiciones climáticas no anticipadas y los conflictos sociales.

Según la presente investigación, los cambios en el diseño son el principal problema que ocasiona modificación en la planificación inicial de ejecución de obras en Bolivia, resultado similar a las investigaciones realizadas por Idrees y Shafiq (2021) y Al-Kharashi y Skitmore (2009), que indican que los promotores realizan diseños y cambios constantes que conllevan atrasos y sobrecostes. En Bolivia la situación es similar, las empresas contratistas durante la ejecución de proyectos encuentran una realidad muy distante a lo establecido en los documentos de licitación. Una modificación de diseño trae consigo varias consecuencias, la primera es un retraso en la ejecución del proyecto. El tiempo que le toma al proyectista realizar el rediseño, su posterior aprobación en las instancias correspondientes y luego conseguir los recursos financieros necesarios deriva inequívocamente en un atraso que puede agravarse si se trata de una actividad crítica. En el ámbito financiero la situación es similar, un nuevo diseño incluye una modificación en ítems y en su cantidad, aumento de los costes de materiales y mano de obra, al extenderse el plazo de la obra también se incrementa los costes, los gastos generales y el pago al personal.

Al ser el promotor el responsable frente al contratista de los diseños del proyecto, se identifica que la falla recurre en este agente principal, es decir, en la entidad contratante. Los proyectos



estudiados en la presente investigación siguen la estrategia de contratación diseño, licitación, construcción. Cuando se maneja obras de gran envergadura en la mayoría de los casos el promotor contrata un proyectista consultor. El proyectista realiza un diseño el cual posteriormente servirá de base para el desarrollo de los documentos de licitación. El problema radica en que el tiempo que transcurre entre el diseño elaborado por el proyectista y la convocatoria al proceso de licitación es excesivo. En algunos casos transcurre entre dos a tres años entre ambos procesos, por lo que las condiciones de diseño cambian, los precios establecidos quedan obsoletos y es necesario un re diseño para lo cual no existe un presupuesto destinado.

Al respecto, en su investigación Rudeli et al., (2018) indica que la burocracia y las tramitaciones son los principales factores para retraso y sobrecostes en obra, situación similar ocurre en Bolivia a la que hay que añadir la reglamentación vigente como los principales obstáculos por las que se produce un retraso, pues una vez presentado el diseño final de un proyecto inicia el proceso de búsqueda de financiamiento. En caso de tratarse de proyectos grandes, muchas veces es necesario buscar financiamiento externo como ser el Banco Interamericano de Desarrollo (BID) o el Banco Interamericano de Desarrollo (CAF). En los proyectos pequeños, en los cuales es necesario el financiamiento por parte del estado, la legislación obliga a que todos los proyectos sean aprobados por el Ministerio de Economía y Finanzas, siendo este procedimiento sumamente tedioso y en el que se encuentran gran cantidad de obstáculos. Finalizado el proceso y aprobada la financiación del proyecto, este recién es considerado dentro del Plan Operativo Anual (POA) del promotor para la siguiente gestión, alargándose aún más el tiempo que transcurre entre la presentación del diseño y la convocatoria a licitación.

Por todo lo expuesto, por parte del promotor es sumamente necesario empezar a planificar los proyectos durante todo su ciclo de vida. El presente estudio demuestra que el diseño repercute de gran manera en los problemas presentados durante la ejecución de la construcción, es así que un adecuado proyecto técnico evitaría la presencia de retrasos y sobrecostes en etapas posteriores.

En lo referente al tipo de obra, Marzouk y El-Rasas (2014) y Omoregie y Radford (2021) encuentran diferencia entre las obras estudiadas, indicando que las diferencias radican en las propias características inherentes según el tipo de obra. Las obras de edificación, parques y espacio verde abarcan gran cantidad de tipos de infraestructura como ser colegios, hospitales, campos deportivos, plazas, jardines, entre otros, siendo los responsables de la obra promotores de distinta envergadura desde nacionales a municipales. El principal problema justamente radica en esta variabilidad de obras. Al ser los promotores instituciones sumamente pequeñas con un presupuesto de operación limitado, los profesionales implicados en el proyecto no cuentan con la capacidad suficiente para desarrollar un proyecto técnicamente correcto.

Muchas instituciones municipales cuentan con poco personal técnico y muchas veces falta de experiencia. Asimismo, debido al reducido presupuesto de la institución no son capaces de contratar a un proyectista para el diseño de un proyecto y los encargados de generar el proyecto técnico es el mismo personal de la institución, a pesar de no ser especialista en el área. Esta situación coincide con lo encontrado en el estudio realizado por Al-Kharashi y Skitmore (2009), en su estudio sobre las obras públicas en Arabia Saudita expone que un gran contratiempo que deriva en atrasos y sobrecostes se debe a que el personal técnico del promotor no tiene la experiencia adecuada para evaluar y calificar los diseños entregados por los distintos consultores.

Según el presente estudio las obras de tipo transporte e hidráulicas presentan menos probabilidad de sufrir retraso o sobrecoste. La gran mayoría de estas obras son reguladas por instituciones sumamente importantes como ser la Administradora Boliviana de Carreteras o el



Ministerio de Medio Ambiente y Agua. Dichas instituciones debido al flujo económico que manejan y a la importancia de sus obras, generaron en los últimos tiempos gran cantidad de guías técnicas y reglamentación a seguir en el diseño de sus proyectos. De esta manera, los proyectistas tienen parámetros de calidad que cumplir de acuerdo a la reglamentación vigente, si no se cumplen estos parámetros los proyectos son rechazados siendo los proyectistas pasibles a multas.

Por otro lado, las condiciones climáticas no anticipadas son el principal factor por el que existen retrasos en la ejecución de obras. Bolivia al contar con una gran cantidad de ecosistemas posee un clima variado y de gran incertidumbre, además de su geografía que posee diversos tipos de suelo en espacios reducidos, hace prever que estas causas resulten de gran dificultad. Sin duda anticipar las condiciones climáticas que impedirán el avance de la obra se manifiesta con más frecuencia en las regiones de los valles y llanos, pues se tratan de zonas tropicales que durante la estación de verano presenta precipitaciones pluviales de gran magnitud. El cambio climático también tiene efecto en la presencia de fenómenos extraordinarios que anteriormente no ocurrían. El clima es una de las principales causas de retraso y sobrecoste que aparecen en diversos estudios, ya sea por climas lluviosos como indican Enshassi et al. (2009), Omoregie y Radford (2021), Sepasgozar et al. (2015) y Ismail Abdul et al. (2013) o por climas excesivamente caluroso que expone en su investigación Marzouk y El-Rasas (2014) acerca de sus estudios en Egipto.

La probabilidad de que exista presencia de retraso o sobrecoste en los proyectos con un coste inicial alto va relacionada con la naturaleza de los mismos. Autores como Flyvbjerg et al. (2002) indican que el nivel de riesgo es mayor en proyectos mayores debido a que las estimaciones acerca de riesgos tienen muchas más variables que no son consideradas correctamente. Los proyectos con un mayor coste presupuestado son aquellos que tienen mayor duración, por lo que aumenta la posibilidad de que transcurran imprevistos durante el proceso de construcción. También se trata de proyectos de mayor complejidad constructiva o que involucran la presencia de mayor cantidad de personal calificado, por lo que las probabilidades de que aparezcan dificultades técnicas es mayor en comparación con los proyectos de menor presupuesto inicial.

Otro punto a tener en cuenta son los retrasos provocados por los problemas sociales. La situación política en Bolivia junto con el gran poder con el que gozan muchos movimientos sociales y dirigentes de los trabajadores provoca gran cantidad de paros y huelgas en el país. Investigaciones realizadas en países con inestabilidad política arroja los mismos resultados como la desarrollada por Idrees y Shafiq (2021) en Pakistán. Los disturbios políticos y sociales ocurridos durante el último semestre del año 2019 derivaron en un paro de actividades de construcción durante aproximadamente tres semanas. Además, debido al cambio de gobierno, las principales promotoras del país tuvieron un cambio gerencial que ocasiono retrasos en el pago de planillas a los contratistas, causas que no están plasmados en los documentos de la base de datos del SICOES, ya que su publicación sería políticamente controversial para todos los implicados en el proyecto.

Sin duda, la falta de incentivos y el estricto proceso de financiación influye en los sobrecostes y retrasos, por lo que se considera necesario cambiar la estrategia de selección de proyectos a ejecutar. Con el fin de conseguir la financiación de un proyecto los promotores subestiman deliberadamente los costes para que estos se vean más atractivos. Situación similar sucede con los plazos donde el proyectista y promotor reducen los plazos lo máximo posible, teniendo como consecuencia que el constructor a pesar de conocer las dificultades de cumplir la ejecución de la obra en los plazos establecidos asume el riesgo con tal de mantenerse activo y generar ganancias, siempre teniendo en cuenta que existe la posibilidad de que el promotor autorice una ampliación de plazo o de coste. Situación similar plantea Flyvbjerg et al. (2002), en la que



indica que los proyectistas deliberadamente subestiman los proyectos con tal de obtener financiación de las partes interesadas. Asimismo, los promotores asumen esta medida como un medio de control al ajustar los precios de proyectos a su mínimo posible obligando a los contratistas a utilizar la mínima cantidad de recursos y buscar la máxima efectividad posible, situación que no se daría si tuvieran un mayor margen de ganancias.

7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

7.1. Conclusiones

El objetivo de esta investigación es el análisis de los principales factores que causan retrasos y sobrecostes en las obras públicas en Bolivia. Luego de la revisión bibliográfica, desarrollo del contexto, recopilación y análisis de datos se obtuvieron las siguientes conclusiones:

- El sector de la construcción cumple un rol determinante en el desarrollo de los países a nivel global. En Bolivia ocupa un nivel importante del PIB nacional además de ser una de las mayores fuentes de empleo. Debido al impacto que tiene el sector en el bienestar del país, el crecimiento del sector de la construcción es proporcional a una mejor calidad de vida por parte de sus habitantes.
- Los retrasos y sobrecostes en proyectos de construcción son problemas presentes a nivel mundial. Se han realizado gran cantidad de estudios sobre el tema especialmente en África y Asia, tanto en países desarrollados como en vías de desarrollo y en todos ellos se identificó este fenómeno. Existe gran cantidad de causas de retraso y sobrecoste de acuerdo al país en el que se manifiesta el fenómeno, por lo que la situación económica, política y social toma especial importancia.
- La información disponible en la base de datos del sistema de contrataciones estatales de Bolivia indica que solamente 60 % de las licitaciones publicadas llegan a ser contratadas.
- A pesar de que la legislación vigente obliga al promotor a publicar todos los documentos relacionados con el proceso de licitación y ejecución de obra de un proyecto al sistema de contrataciones estatales, en algunos casos la información disponible se encuentra incompleta, este fenómeno ocurre principalmente en las entidades más pequeñas, en los gobiernos municipales.
- La investigación halló que en el 70% de la muestra estudiada se produce algún tipo de modificación en plazo o en coste, siendo más común que sufra modificación en ambos criterios.
- La investigación determinó que las características propias de la obra y del proceso de licitación son relevantes en la probabilidad de que exista retraso o sobrecoste durante la ejecución de la obra, siendo el tipo de obra, la región de obra y el coste inicial del proyecto las variables significativas.
- En cuanto al tipo de obra se obtuvo que las obras de edificación, parques y espacios verdes tienen más probabilidad de presentar retraso o sobrecoste en comparación con una obra de transporte o hidráulica.
- En cuanto a la región de la obra, la investigación determinó que las obras que se encuentran en las regiones de los Valles o Llanos tienen más probabilidad de sufrir una modificación en plazo o en coste.
- En lo referente al coste inicial del proyecto, los proyectos con un coste inicial mayor a cinco millones de pesos bolivianos Bs. 5.000.000 (equivalente a 718.391 USD) presentan más probabilidad de sufrir retrasos o sobrecoste durante la ejecución de su obra.
- La presente investigación determinó que el principal factor que causa sobrecoste en las obras públicas bolivianas son los cambios en el diseño durante la ejecución de la obra.
- En relación al retraso de la ejecución de obra, la presente investigación encontró que los cambios en el diseño, las condiciones climáticas no anticipadas y los conflictos sociales son los factores influyentes en la presencia de retrasos.

7.2. Recomendaciones

En base a los resultados obtenidos acerca de los principales factores de retraso y sobrecoste de obras de promoción pública en Bolivia se establecen las siguientes recomendaciones:

- Es necesario realizar capacitaciones continuas a los funcionarios públicos encargados de subir información a la base de datos del sistema de contrataciones estatales para que entiendan el funcionamiento del sistema y suban la información adecuada y de calidad. Asimismo, es necesaria una adecuación del sistema de la base de datos. El sistema tendría que ser capaz de detectar los proyectos en el que la información está incompleta. En la base de datos están registradas las fechas de finalización de un proyecto, por lo tanto, el sistema debería notificar de manera automática que archivos se encuentran disponibles e informar en caso de la omisión de alguno.
- Por parte de las entidades gubernamentales es recomendable la elaboración de guías técnicas para todo tipo de obras, estableciendo parámetros de calidad y control en todo el ciclo de vida del proyecto.
- Dado que el principal factor de retraso y sobrecoste es la modificación en el diseño se tiene que realizar un análisis exhaustivo de cuáles son los principales problemas encontrados durante la fase de diseño, para de esta manera establecer medidas correctivas acompañadas de políticas públicas.
- Es necesario por parte del promotor la revisión detallada de todos los documentos relacionados con el proyecto antes del proceso de licitación, especialmente aquellos documentos relacionados con el diseño.
- Por parte del promotor es necesario implementar un sistema de control y fiscalización adecuado a las empresas contratistas, para verificar alguna anomalía a inicios de obra y así poder corregirlos en un tiempo adecuado.
- El factor político y de corrupción es un perjuicio presente en la obra pública e imposible de cuantificar, por lo que es necesario la modificación de normas y leyes para evitar su influencia.

7.3. Limitaciones

Las limitaciones de la presente investigación van relacionadas con la información disponible en la base de datos del sistema de contrataciones estatales, en algunos casos la información disponible sobre un proyecto está incompleta, ilegible o en formatos no reconocidos.

Al ser los promotores los encargados de subir información al sistema, muchas veces para evitar algún tipo de polémica intencionalmente se omiten ciertos documentos que tergiversan el análisis correcto.

7.4. Futuras líneas de investigación

A partir de la presente investigación se plantean los siguientes lineamientos para futuras investigaciones:

- Análisis de limitantes y contratiempos durante la etapa de diseño del proyecto.
- Realizar un estudio acerca de los retrasos y sobrecoste en proyectos teniendo como fuente de información a los profesionales que se desempeñan dentro del sector de la construcción pública.
- Estudio de los factores de retraso y sobrecoste en obra pública desde el enfoque de la empresa contratista.

8. REFERENCIAS

- Ahmed, S. M., y Azhar, S. (2012). *Construction Delays in Florida : An Empirical Study*. Department of Community Affairs.
- Al-Kharashi, A., y Skitmore, M. (2009). Causes of delays in Saudi Arabian public sector construction projects. *Construction Management and Economics*, 27(1), 3–23. <https://doi.org/10.1080/01446190802541457>
- Anastasopoulos, P. C., Labi, S., Bhargava, A., y Mannering, F. L. (2012). Empirical Assessment of the Likelihood and Duration of Highway Project Time Delays. *Journal of Construction Engineering and Management*, 138(3), 390–398. [https://doi.org/10.1061/\(asce\)co.1943-7862.0000437](https://doi.org/10.1061/(asce)co.1943-7862.0000437)
- Annamalaisami, C. D., y Kuppuswamy, A. (2021). Managing Cost Risks: Toward a Taxonomy of Cost Overrun Factors in Building Construction Projects. *ASCE-ASME Journal of Risk and Uncertainty in Engineering Systems, Part A: Civil Engineering*, 7(2), 04021021. <https://doi.org/10.1061/ajrua6.0001132>
- Apolot, R. E., Alinaitwe, H., y Tindiwensi, D. (2011). Investigation of the causes of delay and cost overrun in construction projects in Uganda's public sector. *Second International Conference on Advances in Engineering and Technology*, 305–311.
- Azhar, N., Farooqui, R., y Ahmed, S. (Agosto 4-5, 2008). *Cost overrun factors in construction industry of Pakistan*. First International Conference on Construction in Developing Countries, Karachi, Pakistan. https://www.academia.edu/29783031/Cost_Overrun_Factors_In_Construction_Industry_of_Pakistan
- Banco Central de Bolivia (2020). *Informe de Política Monetaria 2019*. <https://www.bcb.gob.bo/?q=content/informe-de-pol%C3%ADtica-monetaria-julio-2020>
- Banco Mundial. (2011). *World Development Indicators Database*. <https://databank.worldbank.org/source/world-development-indicators>
- Berlanga, V. (2014). Cómo obtener un Modelo de Regresión Logística Binaria con SPSS. *REIRE. Revista d'Innovació i Recerca En Educació*, 7(8(2)), 105–118. <https://doi.org/10.1344/reire2014.7.2727>
- Cámara Boliviana de la Construcción CABOCO. (2018). *Estado de situación del sector de la construcción y perspectivas*. <http://www.caboco.org/normativa/estado-de-situacion-del-sector-de-la-construccion-y-perspectivas>
- Cantarelli, C. C. (2003). Cost overruns in Dutch transportation infrastructure projects. *Transport Policy*, 22, 49–56.
- Caycho, C., Castillo, C., y Merino, V. (2020). *Manual de Estadística no paramétrica aplicada a los negocios*. Universidad de Lima.

- Chan, C. T. W. (2012). The principal factors affecting construction project overhead expenses: An exploratory factor analysis approach. *Construction Management and Economics*, 30(10), 903–914. <https://doi.org/10.1080/01446193.2012.717706>
- Cheng, Y. M. (2014). An exploration into cost-influencing factors on construction projects. *International Journal of Project Management*, 32(5), 850–860. <https://doi.org/10.1016/j.ijproman.2013.10.003>
- Charoenngam, C., y Sriprasert, E. (2002). Assessment of cost control systems: A case study of Thai construction organizations. *Engineering Construction and Architectural Management*, 8. 368 - 380. <https://doi.org/10.1046/j.1365-232X.2001.00219.x>
- Endut, I. R., Akintoye, A., y Kelly, J. (Noviembre16-17, 2005). *Cost and time overruns of projects in Malasya*. Proceedings of the 2nd Scottish Conference for Postgraduate of the Built and Natural Environment. Glasgow. Escocia. <https://doi.org/10.3923/ijb.2009.226.235>
- Enshassi, A., Mohamed, S., y Abushaban, S. (2009). Factors affecting the performance of Construction projects in the Gaza Strip. *Journal of Civil Engineering and Management*, 15(3), 269–280. <https://doi.org/10.3846/1392-3730.2009.15.269-280>
- Lopez, P., y Fachelli, S. (2015). Metodología de la Investigación Social Cuantitativa. *Revista de Educación y Derecho*, 17. <https://doi.org/10.1344/reyd2018.17.13>
- Field, A. (2018). *Discovering Statistics Using IBM SPSS Statistics* (5th ed.). SAGE.
- Flyvbjerg, B., Holm, M. K. S., y Buhl, S. L. (2003). How common and how large are cost overruns in transport infrastructure projects? *Transport Reviews*, 23(1), 71–88. <https://doi.org/10.1080/01441640309904>
- Flyvbjerg, B., Holm, M. S., y Buhl, S. (2002). Underestimating costs in public works projects: Error or lie? *Journal of the American Planning Association*, 68(3), 279–295. <https://doi.org/10.1080/01944360208976273>
- Frimpong, Y., Oluwoye, J., y Crawford, L. (2003). Causes of delay and cost overruns in construction of groundwater projects in a developing countries; Ghana as a case study. *International Journal of Project Management*, 21(5), 321–326. [https://doi.org/10.1016/S0263-7863\(02\)00055-8](https://doi.org/10.1016/S0263-7863(02)00055-8)
- FUNDEMPRESA. (2020). *Memoria Anual 2020*. https://fundempresa.org.bo/docs/content_new/memoria-institucional-2020_317.pdf
- Hoai, L. Le. (2008). Delay and Cost Overruns in Vietnam Large Construction Projects: A Comparison with others Selected Countries. *KSCCE Journal of Civil Engineering*, 12, 367–377.
- Idrees, S., y Shafiq, M. T. (2021). Factors for Time and Cost Overrun in Public Projects. *Journal of Engineering, Project, and Production Management*, 11(3), 243–254. <https://doi.org/10.2478/jeppm-2021-0023>
- Instituto Nacional de Estadística - INE. (2021). *Resumen Estadístico 2020*. <https://www.ine.gob.bo/index.php/publicaciones/bolivia-en-cifras-2021/>



- Ismail Abdul, R., Aftab Hameed, M., y Ahmad Tarmizi, K. (2013). Significant Factors Causing Cost Overruns in Large Construction Projects in Malaysia. *Journal of Applied Sciences*, 13, 286–293. <https://doi.org/10.3923/jas.2013.286.293>
- Jackson, S. (2002). Project cost overrun and risk management. *Proceedings of the 18th Annual Conference on Association of Researchers in Construction Management*, 2–4.
- Comisión Económica para América Latina y el Caribe - CEPAL (2018). *Medición de la pobreza por ingresos: actualización metodológica y resultados*. Metodologías de la CEPAL N°2.
- Marzouk, M., y El-Rasas, T. (2014). Analyzing delay causes in Egyptian construction projects. *Journal of Advanced Research*, 5, 49–55. <https://doi.org/10.1016/j.jare.2012.11.005>
- Ministerio de Economía y Finanzas Públicas (2019). *Normas Básicas del Sistema de Administración de Bienes y Servicios*. <https://www.bcb.gob.bo/webdocs/MesaDePartes/files/NBSABS.pdf>
- 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>
- Montgomery, D. C. (2013). *Design and Analysis of Experiments* (8va ed.). Arizona State University. John Wiley y Sons, Inc.
- Niazi, G., y Painting, N. (2017). Significant Factors Causing Cost Overruns in the Construction Industry in Afghanistan. *Procedia Engineering*, 182, 510–517. <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2017.03.145>
- Omoregie, A., y Radford, D. (3-4 Abril, 2006). *Infrastructure delays and cost escalation : Causes and effects in Nigeria*. Proceedings of the 6th International Postgraduate Research Conference in the Built and Human Environment. Delft, The Netherlands
- Paciano, F., y Ceña, D. P. (1988). Análisis de datos cualitativos en investigación médica. *Educar*, 15(2), 10–12.
- Rudeli, N., Viles, E., González, J., y Santilli, A. (2018). Causas de Retrasos en Proyectos de Construcción: Un análisis cualitativo. *Memoria Investigaciones en Ingeniería*, Núm, 16, 71–84.
- Santos, H., Diniz Starling, C. M., y Pereira Andery, P. R. (2015). Causes of public projects delays and cost overruns in municipal buildings. *Ambiente Construido*, 15, 225–242. <https://doi.org/10.1590/s1678-86212015000400048>
- Sepasgozar, S., Ahmadzade, M., y Barati, K. (2015). The importance of New Technology for Delay Mitigation in Construction Projects. *American Journal of Civil Engineering and Architecture*, 3, 15–20. <https://doi.org/10.12691/ajcea-3-1-3>

9. ANEXO: Grado de relación del trabajo con los Objetivos de Desarrollo

Sostenible (ODS)

Anexo al Trabajo Fin de Máster

Relación del TFG/TFM “Estudio de los factores de retraso y sobrecoste en las obras públicas en Bolivia” con los Objetivos de Desarrollo Sostenible de la Agenda 2030.

Grado de relación del trabajo con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS).

Objetivos de Desarrollo Sostenibles	Alto	Medio	Bajo	No Procede
ODS 1. Fin de la pobreza.		x		
ODS 2. Hambre cero.			x	
ODS 3. Salud y bienestar.	x			
ODS 4. Educación de calidad.		x		
ODS 5. Igualdad de género.				x
ODS 6. Agua limpia y saneamiento.	x			
ODS 7. Energía asequible y no contaminante.			x	
ODS 8. Trabajo decente y crecimiento económico.		x		
ODS 9. Industria, innovación e infraestructuras.	x			
ODS 10. Reducción de las desigualdades.			x	
ODS 11. Ciudades y comunidades sostenibles.			x	
ODS 12. Producción y consumo responsables.				x
ODS 13. Acción por el clima.				x
ODS 14. Vida submarina.				x
ODS 15. Vida de ecosistemas terrestres.				x
ODS 16. Paz, justicia e instituciones sólidas.		x		
ODS 17. Alianzas para lograr objetivos.		x		

Descripción de la alineación del TFG/M con los ODS con un grado de relación más alto.

El presente Trabajo de Fin de Master tiene como finalidad estudiar cuales son los principales factores de retraso y sobrecoste en las obras públicas en Bolivia.
Se relaciona con mayor intensidad con tres de los Objetivos de Desarrollo Sostenible de la agenda 2030.



Se considera altamente relacionado con el objetivo de Salud y bienestar (ODS 3.) ya las obras públicas son ejecutadas por el gobierno y tienen como principal objetivo el bienestar de la población entre las cuales se destaca la construcción y funcionamiento de infraestructura en salud como ser centros de salud y hospitales.

Además, la investigación se relaciona con el objetivo de Agua limpia y saneamiento (ODS 6.), considerando que muchos problemas estudiados se dan en proyectos tanto de agua potable como de alcantarillado por lo que también la investigación ayuda a identificar estos problemas a fin de mitigarlos.

Por último, la presente investigación se relaciona con el de Industria, innovación e infraestructura (ODS9.), considerando que las obras públicas en esencia representan a la industria de la construcción a través del desarrollo de infraestructura para el bien público y es el objeto de estudio de la presente investigación.