



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE YUCATÁN

FACULTAD DE INGENIERÍA

UNIDAD DE POSGRADO E INVESTIGACIÓN

**“FACTORES QUE CONTRIBUYEN AL SOBRECOSTO DE
LOS PROYECTOS DE CONSTRUCCIÓN EN YUCATÁN”**

TESIS

PRESENTADA POR

I.C. ABRIL ALESSIA DORANTES SANORES

**EN OPCIÓN AL GRADO DE
MAESTRA EN INGENIERÍA**

OPCIÓN CONSTRUCCIÓN

MÉRIDA, YUCATÁN, MÉXICO

2016

Aunque este trabajo hubiere servido para el Examen Profesional y hubiera sido aprobado por el sínodo, sólo el autor es responsable de las doctrinas emitidas en él.

AGRADECIMIENTOS

Mis más sinceros agradecimientos a la Facultad de Ingeniería de la Universidad Autónoma de Yucatán por las facilidades otorgadas en sus instalaciones para el poder llevar a cabo este trabajo de investigación.

Agradezco al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) por la Beca Nacional otorgada para realizar el estudio de posgrado, Maestría en Ingeniería, opción Construcción.

RESUMEN

El sobrecosto en los proyectos de construcción, definido como la diferencia entre el costo del proyecto pactado por el dueño y el constructor y el costo real de la ejecución del mismo, se identificó como uno de los principales problemas que enfrenta la industria de la construcción. Este problema se ha estudiado en diversas partes del mundo y en los diferentes tipos de proyectos de construcción, como resultado se han identificado factores que contribuyen al sobrecosto de los proyectos, la presencia de uno u otro factor depende del contexto en el que se realiza el proyecto. Debido a que en Yucatán no se dispone de estudios sobre los factores que contribuyen al sobrecosto de los proyectos de construcción, esta investigación tuvo por objetivo identificar los factores que contribuyen al sobrecosto en un proyecto de construcción en el estado de Yucatán.

Con base en la revisión de la literatura, se identificaron y describieron los factores que contribuyen al sobrecosto y que se presentan con mayor frecuencia en los proyectos de construcción de manera global. Se validó mediante una encuesta a constructores locales, la ocurrencia de dichos factores en los proyectos de construcción de la región. De la revisión de la literatura se obtuvo, adicionalmente, un listado de los registros necesarios para el control de los costos de un proyecto de construcción y que permitieron identificar los factores que contribuyen al sobrecosto.

La investigación se delimitó a un estudio de caso, se monitoreó un proyecto de construcción de tipo edificación durante un año, se elaboraron registros de los costos del proyecto, se identificaron las variaciones de los costos respecto a los establecidos en el presupuesto y las causas de las mismas a la fecha de corte. Se analizaron las causas de dichas variaciones y se asociaron al factor que les correspondía. Se cuantificó la variación del costo y el sobrecosto generado por cada factor. Los factores con mayor impacto en el sobrecosto del proyecto fueron: retrasos en el programa (18.82%), cambios frecuentes en el diseño (12.31%), carencias y errores en el diseño (7.38%), imprecisión en la estimación del costo y tiempo (6.45%), planeación inadecuada de la construcción (5.19%) y, baja productividad del trabajo (4.32%). Por otra parte, el factor que redujo el sobrecosto en el proyecto fue la negociación con los proveedores (25.61%).

ABSTRACT

The cost overruns in construction projects; defined as the difference between the cost of the project, agreed by the owner and the contractor, and the real cost of execution; was identified as one of the main problems facing the construction industry. This problem has been studied in several countries and in different types of construction projects, as a result, factors that contribute to the cost overrun of the projects have been identified and the presence of such factors, depends on the context in which the project is developed. The objective of this research was to identify the factors contributing to cost overruns in a construction project in the state of Yucatan because there are no other studies on this topic in the region.

Based on the literature review, the factors contributing to cost overruns most frequently found in construction projects, were identified and described in global scope. The occurrence of such factors in construction projects in the region was validated through a survey applied to local contractors. A list of the records needed to control the costs of a construction project was also obtained from the review of the literature, such records allowed the identification of factors contributing to cost overruns.

The research was delimited to a case study. The construction of a building facility was monitored for a year, during this period the cost records for the project were monitored, variations in costs relative to those established in the budget and their causes were identified. The causes of these variations were analyzed and were associated to its factor category, then, cost variation and the cost overruns generated by each factor was quantified. The factors with the greatest impact on the cost overruns of the project were: delays in the schedule (18.82%), design changes (12.31%), gaps and errors in the design (7.38%), inaccuracy in estimating the cost and time (6.45%), inadequate planning of construction (5.19%) and, low labor productivity (4.32%). On the other hand, the factor that did reduce the cost overruns on the project was negotiating with suppliers (25.61%).

CONTENIDO

Capítulo 1 INTRODUCCIÓN	1
1.1 Planteamiento del problema.....	1
1.2 Objetivos	4
Capítulo 2 REVISIÓN DE LA LITERATURA	5
2.1 El sobrecosto en los proyectos de construcción.....	5
2.2 Factores que afectan los costos de construcción.....	6
2.3 Registro y control del costo en los proyectos de construcción	9
2.3.1 Requisitos para el registro y control de los costos	10
2.3.2 Evaluación de un sistema de control de costos.....	12
2.3.2.1 Proceso de compras.....	12
2.3.2.2 Proceso de alquileres	13
2.3.2.3 Proceso de almacén e inventarios	14
2.3.2.4 Proceso de contratos.....	14
2.3.2.5 Proceso de tesorería	15
2.3.3 Reporte del estado de los costos	16
2.3.3.1 Curva S	16
2.3.3.2 Ejecución presupuestal	17
Capítulo 3 METODOLOGÍA	18
3.1 Introducción.....	18
3.2 Identificación de factores más comunes que contribuyen al sobrecosto.....	19
3.3 Selección del caso de estudio	22
3.4 Descripción del caso de estudio.....	23
3.4.1 La empresa	23

3.4.2 El proyecto	25
3.5 Registro y control de costos	26
3.6 Determinación de los factores que contribuyen al sobrecosto del proyecto	34
Capítulo 4 RESULTADOS.....	38
4.1 Sobrecosto del proyecto y factores que contribuyeron al mismo	38
4.2 Impacto de los factores que contribuyeron al sobrecosto	41
4.3 Sobrecosto atribuible al desempeño del económico proyecto y factores que contribuyeron al mismo	43
4.4 Impacto de los factores que contribuyeron al sobrecosto atribuible al desempeño económico del proyecto	50
Capítulo 5 DISCUSIÓN DE RESULTADOS	54
5.1 Variación del costo del proyecto.....	54
Capítulo 6 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	60
REFERENCIAS.....	62
Apéndice 1	64
Apéndice 2	75
Apéndice 3	77
Apéndice 4	80
Anexo 1	89

ÍNDICE DE TABLAS Y FIGURAS

Tabla 1 Factores que afectan los costos de construcción	7
Tabla 2 Calificación de la frecuencia de ocurrencia	20
Tabla 3 Calificación del nivel de importancia.....	21

Tabla 4 Principales factores que afectan los costos, de acuerdo a la percepción de los constructores.....	21
Tabla 5 Otros factores mencionados por los constructores	22
Tabla 6 Costo directo total.....	27
Tabla 7 Costo indirecto total.....	27
Tabla 8 Resumen de costos.....	28
Tabla 9 Costo directo de la primera asignación presupuestal	29
Tabla 10 Costo indirecto de la primera asignación presupuestal	30
Tabla 11 Costo total de la primera asignación presupuestal.....	31
Tabla 12 Registros e información disponibles para la investigación	32
Tabla 13 Costo de la primera asignación presupuestal y costo final de la primera asignación presupuestal.....	34
Tabla 14 Cálculo del sobrecosto de la primera asignación presupuestal.....	39
Tabla 15 Factores que contribuyeron al sobrecosto de la primera asignación presupuestal.....	40
Tabla 16 Factores identificados y su impacto en el sobrecosto del proyecto	42
Tabla 17 Sobrecosto atribuible al desempeño económico del proyecto.....	44
Tabla 18 Sobrecosto de los materiales y factores relacionados al mismo	45
Tabla 19 Sobrecosto de las herramientas y factores relacionados al mismo	46
Tabla 20 Sobrecosto del equipo y factores relacionados al mismo.....	47
Tabla 21 Sobrecosto de los subcontratos y factores relacionados al mismo	48
Tabla 22 Sobrecosto de la mano de obra y factores relacionados al mismo	48
Tabla 23 Sobrecosto de los indirectos y factores relacionados al mismo	49
Tabla 24 Factores identificados y su impacto en la variación del costo atribuible al desempeño económico del proyecto.....	51

Tabla 25 Factores que contribuyen a la variación de los costos y su impacto en la variación total	55
Tabla 26 Descripción de factores que contribuyen al sobrecosto de un proyecto de construcción y causas asociadas a los mismos	69
Tabla 27 Registros para el control de costos	75
Figura 1 Matriz para el registro de ejecución presupuestal	17
Figura 2 Frecuencia y nivel de importancia de los factores que afectan los costos de construcción	20
Figura 3 Estructura organizacional de la empresa	24
Figura 4 Comparación de erogaciones programadas y erogaciones reales	28
Figura 5 Principales factores que afectan los costos del proyecto	43
Figura 6 Factores con mayor impacto en la variación del costo y los conceptos que los conforman	52
Figura 7 Principales factores causantes de la variación de los costos del proyecto .	56
Figura 8 Comparación entre los factores con mayor impacto en la variación del costo y los factores con mayor impacto en el sobrecosto	56
Figura 9 Concentrado de compras por material, herramienta y equipo, indirectos y subcontratos.....	77
Figura 10 Formato para control de costo indirecto	78
Figura 11 Formato para control de herramienta y equipo	78
Figura 12 Formato para control de materiales.....	79
Figura 13 Materiales con un mayor impacto en el incremento del costo del proyecto	80
Figura 14 Materiales con un mayor impacto en la reducción del costo del proyecto.	81
Figura 15 Factores que afectan los costos de los materiales.....	81

Figura 16 Herramientas con un mayor impacto en el incremento y en la reducción de los costos del proyecto	82
Figura 17 Factores que afectan los costos de las herramientas	82
Figura 18 Equipo con impacto en el incremento del costo del proyecto.....	83
Figura 19 Equipo con impacto en la reducción del costo del proyecto.....	83
Figura 20 Factores que afectan los costos del equipo	84
Figura 21 Subcontratos con mayor impacto en el incremento del costo del proyecto	84
Figura 22 Subcontratos con mayor impacto en la reducción del costo del proyecto .	85
Figura 23 Factores que afectan los costos de los subcontratos.....	85
Figura 24 Mano de obra con impacto en el incremento del costo del proyecto.....	86
Figura 25 Mano de obra con impacto en la reducción del costo del proyecto.....	86
Figura 26 Factores que afectan los costos de la mano de obra	87
Figura 27 Indirectos con impacto en el incremento del costo del proyecto	87
Figura 28 Indirectos con impacto en la reducción del costo del proyecto	88
Figura 29 Factores que afectan los costos indirectos	88

CAPÍTULO 1 INTRODUCCIÓN

1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La industria de la construcción es importante para un país ya que juega un papel significativo en su crecimiento socio-económico. En el aspecto social proporciona la infraestructura necesaria para mejorar la calidad de vida y en el aspecto económico contribuye a mejorar el PIB global del país. En México, esta industria afecta a otras 37 ramas industriales de la actividad económica, incrementando los niveles de desarrollo, tal es el caso de Yucatán, donde se considera a la industria de la construcción como eje de la economía (Cordero, 2013). Debido a lo anterior es necesario que los proyectos de construcción sean terminados con éxito, en tiempo, dentro del presupuesto y con la calidad esperada (Abdulet al, 2013).

Sin embargo, esta industria se enfrenta a diversos problemas como son el tiempo excedido, la baja calidad, el sobre costo, la baja productividad, el desperdicio, entre otros y, en muchas ocasiones, estos problemas impiden que los objetivos sean alcanzados.

En un estudio global realizado en Dinamarca se identificó el sobre costo como el mayor problema en la construcción de proyectos de infraestructura de transporte, donde nueve de cada diez proyectos se enfrentan al sobre costo en un rango de 50 a 100% (Flyvbjerg et al, 2003).

El sobre costo de un proyecto se define como la cantidad en la que el costo real de la ejecución de un proyecto es mayor al costo estimado del mismo. falta cita

En diversas partes del mundo se ha estudiado de manera local el problema del sobre costo en los diferentes tipos de proyectos de construcción y se han identificado y clasificado los factores que contribuyen a éste. Dichos estudios identifican diferentes factores y clasificaciones de acuerdo al contexto en el que se realizan.

Una de las clasificaciones que puede adecuarse al contexto local, debido a que se asemeja a la manera en que se organiza y se lleva a cabo el proceso de administración

y construcción, es la propuesta por Abdul et al. (2013), en la que se agruparon factores de acuerdo a la siguiente categorización:

1. Factores relacionados con la gestión del contratista en el sitio.

Un equipo eficaz y eficiente en la gestión en el sitio es fundamental para garantizar que la secuencia de trabajo se lleva a cabo de acuerdo al programa. El escaso conocimiento y la inexperiencia del equipo de dirección de obra en la planificación, programación y adquisiciones obstaculiza el avance del trabajo (Kadir et al, 2003) lo que provoca retrasos en el programa de obra que incurren en penalizaciones por incumplimiento de los plazos establecidos e incrementos en los costos de administración del proyecto (Solís Carcaño et al 2009).

2. Factores relacionados con la documentación y el diseño.

La falta de especificaciones; los retrasos en la elaboración y aprobación de los planos que se realizan durante la etapa de construcción y que provocan demoras en la entrega de información y; la ineficiencia y los cambios constantes del diseño, son algunos de los factores que se encuentran en esta categoría. La presencia de estos factores conducen a la interrupción de la secuencia de actividades a causa de los cambios de dirección en el diseño o a la falta de información sobre el mismo, lo que puede generar atrasos y retrabajos que, además de generar sobre costo, desmotivan al personal y reducen su productividad (Kadir et al, 2003).

3. Factores relacionados con la gestión financiera.

La ineficiencia en el control financiero y el retraso en los pagos a proveedores y contratistas se agrupan en esta categoría. Cuando se generan problemas financieros se ve afectado el flujo de efectivo lo que retrasa el pago a los trabajadores, a los proveedores y a los subcontratistas, generando desmotivación en los primeros y pérdida de credibilidad ante los segundos (Kadir et al, 2003). Lo anterior puede ocasionar retrasos en la ejecución del proyecto, incrementando así los costos del mismo.

4. Factores relacionados con la tecnología de información y comunicación.

Los problemas de comunicación y coordinación entre las partes interesadas del proyecto pueden causar retrasos en la entrega de información que repercuten en el desempeño del proyecto. De igual manera, los inconvenientes que pudieran surgir por la falta o el desconocimiento de las tecnologías de información afectan el flujo de esta información pudiendo causar errores en la construcción y generar la necesidad de realizar retrabajos para corregirlos (Kadir et al, 2003).

5. Factores relacionados con la gestión del trabajo.

Para la mayoría de los proyectos de construcción, la principal preocupación de los analistas de control de proyectos es la mano de obra. Si bien la gestión de materiales y equipo es crucial, la gestión del trabajo es el factor decisivo en el éxito o el fracaso de casi cualquier proyecto de construcción (Del Pico, 2013). Los problemas que pueden presentarse al respecto son la falta de mano de obra calificada, el alto costo de la misma, la baja productividad, el ausentismo laboral entre otros (Abdul et al, 2013).

6. Factores relacionados con la maquinaria y los materiales.

Entre estos factores se encuentran principalmente la fluctuación del costo de los materiales y la maquinaria y el retraso en la procuración y entrega de los mismos (Abdul et al, 2013). La consecuencia de que ocurra uno u otro factor tiene un impacto en el costo directo de un proyecto de construcción lo que se refleja en el costo final.

7. Factores relacionados con la gestión del proyecto y la administración de contratos.

La mala administración de proyectos, los cambios en el alcance del proyecto y el retraso en la toma de decisiones son algunos de los factores que se encuentran en esta categoría. La gestión de un contrato es uno de los elementos vitales para el éxito del proyecto y se refiere a la administración de los recursos totales del mismo, así como del contenido del contrato para evitar cualquier conflicto (Abdullah Al-Juwairah, 1997); la presencia de alguno de los factores mencionados afecta a esta administración generando un incremento de los costos indirectos y/o directos del proyecto.

La importancia de identificar los factores que causan el sobrecosto de los proyectos de construcción, radica en el aporte de información para implementar acciones correctivas y preventivas durante las etapas de planeación y control de dichos proyectos, con el fin de contribuir a lograr los objetivos de costo establecidos.

En Yucatán no se dispone de estudios sobre los factores que contribuyen al sobrecosto de los proyectos de construcción que consideren el contexto actual de la región, por lo que se estima de interés e importancia conocer el estado de los sobrecostos en la construcción y determinar los factores que los afectan.

1.2 OBJETIVOS

El objetivo general de este estudio fue:

- Identificar los factores que contribuyen al sobrecosto en un proyecto de construcción en el estado de Yucatán.

Los objetivos particulares fueron:

1. Identificar el origen y las causas del sobrecosto de un proyecto de construcción.
2. Asociar las causas del sobrecosto al factor correspondiente.
3. Determinar el impacto de cada factor en el sobrecosto de un proyecto.

CAPÍTULO 2 REVISIÓN DE LA LITERATURA

2.1 EL SOBRECOSTO EN LOS PROYECTOS DE CONSTRUCCIÓN

El objetivo de una empresa constructora es la obtención de beneficios al final de cada proyecto realizado y el logro de dicho objetivo depende de terminar los proyectos de acuerdo al costo, tiempo y calidad especificados (Polat et al 2014). Sin embargo el sobrecosto es un fenómeno muy frecuente y se asocia a casi todos los proyectos de la industria de la construcción (Azhar, Farooqui, & Ahmed, 2008). Las causas han sido estudiadas y clasificadas por diversos autores en diferentes contextos.

En la revisión bibliográfica se identificaron los tipos de costos que conforman el costo de un proyecto que, en este caso, se define como el costo estimado y pactado por el dueño y el constructor en el contrato de construcción (Mahamid & Dmaid, 2013) y el costo final de un proyecto que se refiere al costo real de la ejecución del mismo (Mahamid & Dmaid, 2013). Suárez (2006) proporciona las siguientes definiciones de los tipos de costos:

- Costo indirecto de operación. Es la suma de gastos que son de aplicación a todas las obras efectuadas en un tiempo determinado. En esta categoría se encuentra el costo de la oficina central que se subdivide en los cargos técnicos y/o administrativos, alquileres y depreciaciones, obligaciones y seguros, materiales de consumo, capacitación y promoción.
- Costo indirecto de obra. Consiste en la suma de todos los gastos que son aplicables a todos los conceptos de una obra específica. Los costos técnicos y/o administrativos de la oficina de campo; los traslados de personal; las comunicaciones y fletes; las construcciones provisionales; los imprevistos; el costo del financiamiento, la utilidad, las fianzas y los impuestos reflejables; quedan todos agrupados en este tipo de costo.
- Costo directo. Es la suma de material, mano de obra y equipo necesarios para la realización de un proceso constructivo.

Dadas las descripciones de costo y costo final es posible definir el sobrecosto como la cantidad en la que el costo final es mayor que el costo pactado o estimado. (Mahamid & Dmaid, 2013).

Estudios realizados en Arabia Saudita detectaron un total de 42 factores causantes de los sobrecostos en la construcción e indican que los principales son: el costo de los materiales, planeación incorrecta, la experiencia previa del contratista o constructor, la administración de contratos y un ineficiente control financiero en el sitio (Abdullah Al-Juwairah, 1997).

Entre las investigaciones más recientes se encuentran las realizadas en lugares como Palestina, donde identificaron 41 factores y determinaron la frecuencia y la gravedad de ocurrencia de acuerdo a la perspectiva de los constructores, obteniendo como resultado que los 5 factores que más afectan los costos de construcción son: la situación política, la fluctuación del costo de los materiales, la inestabilidad económica, el cambio de divisas y el nivel de competidores (Mahamid & Dmaid, 2013).

Por otra parte en Turquía, Polat et al (2014) identifican a las compañías constructoras micro escala (menos de 10 empleados) como las más afectadas por los sobrecostos ya que tienen un capital limitado y son más vulnerables a los riesgos. Los resultados indican que son 38 los factores que pueden afectar a estas empresas y que el de mayor importancia es el de problemas de diseño.

En el siguiente apartado se presenta un consenso de los factores que pueden afectar los costos de construcción.

2.2 FACTORES QUE AFECTAN LOS COSTOS DE CONSTRUCCIÓN

En la literatura se encontraron diversos factores que pueden afectar los costos de los proyectos de construcción así como diferentes maneras de clasificarlos. La presencia de uno u otro factor depende del tipo de proyecto, de su complejidad, su tamaño y del contexto en el que se desarrollan.

Hameed et al (2011) elaboraron un mapeo de cuarenta y seis estudios previos con el fin de identificar los factores causantes del sobrecosto que ocurren con mayor frecuencia a nivel mundial, este mapeo fue utilizado como punto de partida y se

anexaron estudios previos y posteriores para obtener una lista actualizada de dichos factores.

Los factores causantes de los sobrecostos que se han identificado en la revisión de la literatura como los más comunes y que se perciben aplicables al contexto local, se presentan en orden arbitrario en la Tabla 1.

Tabla 1 Factores que afectan los costos de construcción

No	Factores que afectan los costos de construcción	Polat et al (2014)	Abdul et al (2013)	Mahamid & Dmaidi (2013)	Abdullah (1997)	Hameed et al (2011)
1	Fluctuación del costo de la mano de obra		x	x	x	x
2	Escasez de personal técnico (mano de obra calificada)		x	x		x
3	Fluctuación del costo de la maquinaria			x	x	x
4	Costo elevado del mantenimiento de la maquinaria			x	x	x
5	Tipo de financiamiento, fianzas y pagos			x	x	x
6	Altas tasas de interés por parte de los bancos			x	x	
7	Método de estimación de costos inadecuado	x	x	x	x	x
8	Elevado costo de los seguros			x	x	
9	Fluctuación en los precios de los materiales		x	x	x	x
10	Desperdicio de materiales	x		x	x	x
11	Robo de materiales	x				
12	Prácticas fraudulentas y sobornos	x		x	x	
13	Trabajos adicionales no incluidos en el contrato	x	x		x	x
14	Ineficiencia en el control financiero del sitio		x	x	x	x

No	Factores que afectan los costos de construcción	Polat et al (2014)	Abdul et al (2013)	Mahamid & Dmaidid (2013)	Abdullah (1997)	Hameed et al (2011)
15	Retrabajo	x				x
16	Cambios frecuentes en el diseño	x	x	x	x	x
17	Cambio en el alcance del proyecto	x	x			x
18	Carencias y errores en el diseño	x	x			x
19	Diseño incompleto en el momento de la licitación	x	x			x
20	Ineficiencia y retrasos en el diseño	x	x			x
21	Falta de coordinación entre las partes interesadas		x	x	x	x
22	Planeación inadecuada de la construcción	x	x	x	x	x
23	Experiencia previa del contratista	x	x	x	x	x
24	Número y nivel de los competidores		x	x	x	x
25	Retraso del pago a proveedores/subcontratistas		x			x
26	Condiciones del sitio y el clima	x		x	x	x
27	Productividad del trabajo		x	x	x	x
28	Gestión ineficiente del proyecto	x		x	x	x
29	Cambio de divisas			x	x	
30	Alta tasa de inflación	x		x	x	
31	Retraso de pagos por el propietario	x	x			x
32	Retrasos en el programa	x	x			x
33	Retraso en la toma de decisiones	x	x			x
34	Sanciones por atraso	x				

No	Factores que afectan los costos de construcción	Polat et al (2014)	Abdul et al (2013)	Mahamid & Dmaid (2013)	Abdullah (1997)	Hameed et al (2011)
35	Supervisión y control inadecuados	x	x			x
36	Falta de comunicación entre las partes interesadas	x	x			x

2.3 REGISTRO Y CONTROL DEL COSTO EN LOS PROYECTOS DE CONSTRUCCIÓN

La detección temprana de los actuales o potenciales sobrecostos en las actividades de construcción es vital en la gestión del proyecto. Proporciona la oportunidad de iniciar acciones correctivas y aumenta la posibilidad de eliminar los sobrecostos o de minimizar su impacto (Halpin & Woodhead, 1998).

Del Pico (2013) define el control de costos como la práctica de predecir y medir de forma analítica los costos asociados con un proyecto. Tiene como objetivo minimizar los costos y los impactos de los cambios que sufran durante toda la vida del proyecto. Existen cuatro aspectos básicos en el control de costos de un proyecto:

1. Establecer una línea de base como referencia para medir el costo.
2. Medir los costos reales y compararlos con la línea de base.
3. Predecir con exactitud las variaciones del costo previsto.
4. Tomar acciones correctivas para minimizar o eliminar las desviaciones.

Un sistema de control de costos eficaz y eficiente es aquel que proporciona información continua y sistemática a través de reportes de fácil análisis e interpretación, que permitan saber si los costos se encuentran dentro de los límites establecidos en la planeación de las obras, y en su caso, proporcionen un panorama general de las tendencias y los orígenes de los sobrecostos, de tal manera que se facilite el proceso de la toma de decisiones y de las acciones correctivas, a través del período de construcción, y en el momento en que todavía puedan ser efectivas (González F. & Domínguez L., 1998).

El establecimiento de mecanismos de recopilación y registro de información es una de las funciones básicas del sistema de control de costos (González F. & Domínguez L.,

1998). De acuerdo con Halpin (1991) el registro de la información referente a los costos de un proyecto debe realizarse simultáneamente en dos libros: en el libro diario (compuesto por la nómina y los gastos) y en el libro mayor (de las cuentas por pagar). Para los asientos de ambos libros se utiliza una hoja estándar para el registro de facturas y obra en proceso. Las columnas de esta hoja deben estar definidas de tal manera que facilite la operación de registro.

Los datos que se generan con respecto a los costos deben ordenarse y distribuirse en las cuentas de costo apropiadas del catálogo de cuentas (definido en plan de costos de acuerdo a las necesidades del proyecto) y en formatos adecuados para generar informes que ayuden a detectar las desviaciones respecto al plan original.

2.3.1 REQUISITOS PARA EL REGISTRO Y CONTROL DE LOS COSTOS

Consuegra (2007) describe de manera más detallada los procesos administrativos de la construcción que deben suministrar constantemente la información necesaria para el control del presupuesto del proyecto en tiempo real, es decir, a medida que suceden las cosas.

También describe los tipos de costos que se deben identificar en un presupuesto y que son una fuente importante de información para el control de los mismos, estos costos son:

- Costos directos que determinan el costo de los procesos constructivos.
- Gastos generales que provienen de la administración del proyecto.
- Costos indirectos que se derivan de la implantación de la obra en un medio social.
- Costos comerciales producidos por el uso de capital ajeno y comercialización del producto construido.

El método de control y registro de los costos se determina de acuerdo al tipo de costo. Para los costos directos se implementa un registro y control de los componentes que requieren los procesos constructivos asociados a la cantidad de obra por ejecutar.

Los gastos generales se componen, al igual que los costos directos, de compras de insumos y conjuntos manufacturados, pago de alquileres de equipos y contratación y pago de mano de obra, sin embargo, se controlan de manera diferente ya que dependen de la duración de los trabajos.

El método de control para los costos indirectos y los gastos comerciales consiste en una combinación de los métodos anteriores ya que algunos componentes son directamente proporcionales al proyecto y pueden controlarse con menor dificultad (impuestos, servicios) mientras que otros (los financieros) dependen del tiempo que dure la ejecución del proyecto.

Consuegra (2007) propone los siguientes requisitos para el registro y tipo de control de costos que genera la mayor cantidad de información:

- Cada material debe tener información de las cantidades y valores presupuestados, las compras, los consumos y las existencias.
- Los consumos de los materiales deben compararse con las cantidades de obra ejecutadas para poder analizar si existen desviaciones.
- Los precios de los materiales faltantes deben poderse modificar de acuerdo con los índices de inflación u otros indicadores similares para proyectar el presupuesto al verdadero valor que tendrá cuando se termine la obra.
- Seguimiento detallado de los conjuntos manufacturados y servicios técnicos para mantener información acerca de entregas parciales efectuadas, pagos asignados a dichas entregas, anticipos pagados y retenciones efectuadas.
- Mantener información de lo que se ha ejecutado y de los estimativos de los tiempos faltantes.

Es tarea de la organización definir su nivel de control en función de sus propias necesidades y capacidad. Sin embargo, González y Domínguez (1998) afirman que el control de costos es una función administrativa que no se realiza de manera adecuada e integral en las empresas constructoras pequeñas y medianas que no cuentan con departamentos especializados, perdiendo con esto la oportunidad de tener a la mano la información necesaria para la toma de decisiones oportuna en beneficio de la propia competitividad de la empresa.

Debido a lo anterior se requerirá evaluar el sistema de control y registro de los costos que lleve a cabo la empresa constructora.

2.3.2 EVALUACIÓN DE UN SISTEMA DE CONTROL DE COSTOS

Para determinar el nivel de control que se lleva a cabo en una empresa constructora, Consuegra (2007) propone la siguiente metodología:

- Estudiar a fondo cada proceso administrativo de la obra (pedidos, compras, recepción, entrega de materiales y equipos, contratación, etc.) para identificar como se desarrollan y la información que producen.
- Identificar el tiempo en el que se realiza la documentación de los procesos y la disponibilidad de la información para todos los participantes del proyecto.
- Determinar la existencia de controles para la consulta y el mantenimiento de la integridad de la información.
- Identificar los sistemas de alarmas implementados para prevenir a los interesados cuando se sobrepasen los límites preestablecidos.

A continuación, se describen los componentes y elementos que se deben analizar en cada proceso y que afectan al control del presupuesto (Consuegra, 2007).

2.3.2.1 PROCESO DE COMPRAS

El proceso de compras debe incluir los siguientes procedimientos que permiten el control de los costos:

1. Determinación de las cantidades de obra que se debe ejecutar en un período establecido utilizando la programación de la obra y los compromisos adquiridos con la misma.
2. Cálculo de los materiales que se requieren para cumplir el programa aplicando los análisis unitarios utilizados en el presupuesto.

3. Verificación de las existencias de los materiales en el almacén en el documento de registro.
4. Anotación de las cantidades pedidas en forma acumulativa manteniendo un registro por actividad-material y actividad-equipo.
5. Verificación de los precios con el proveedor y comparación de los mismos con el presupuesto.
6. Elaboración de pedidos y envío a proveedores mediante correo electrónico o fax.
7. Solicitud a Tesorería del pago de anticipo de ser el caso.
8. Informe de pedidos elaborados al almacén mediante correo electrónico o fax.

2.3.2.2 PROCESO DE ALQUILERES

Para el control de los costos es necesario que en proceso de alquileres se lleven a cabo las siguientes actividades:

1. Determinación de las cantidades de obra que se debe ejecutar en un período establecido utilizando la programación de la obra y los compromisos adquiridos con la misma.
2. Cálculo de los equipos que se requieren para cumplir el programa aplicando los análisis unitarios utilizados en el presupuesto.
3. Elaboración de una requisición por el equipo al almacén de la obra, indicando la actividad que lo requiere.
4. Entrega y recibo de equipo en almacén mediante el uso de vales para el registro del tiempo y el valor de la utilización para afectar el presupuesto y mantener un registro por actividad-equipo.
5. Autorización de pagos de alquiler al proveedor por parte de almacén de acuerdo a las condiciones establecidas en la orden de alquiler.
6. Comparación periódica de los cargos a la obra y los pagos realizados a proveedores haciendo uso del control detallado de permanencia de los equipos en obra.

2.3.2.3 PROCESO DE ALMACÉN E INVENTARIOS

El procedimiento requerido para el control de costos en el proceso de almacén e inventarios se describe a continuación:

1. Recepción en almacén de material enviado por el proveedor mediante la revisión de la orden de compra para la verificación del material solicitado (descripción, calidad y cantidad).
2. Incorporación del material y la cantidad a los inventarios, elaboración de entrada de almacén y emisión de recibo para el proveedor.
3. Incorporación del valor del material al control de costos y a la cuenta de inventarios.
4. Notificación a Tesorería de la llegada del material mediante correo electrónico o fax.
5. Atención de solicitud para surtir un material a la obra verificando existencias en el documento de registro del material.
6. Elaboración de comprobante de salida de almacén, solicitud de firma de comprobante y entrega de material para obra.
7. Incorporación de la salida de material al control de presupuesto descontando el valor de inventarios y agregándolo a una cuenta presupuestal.
8. Incorporación de materiales que no se mueven con vales de almacén al control de presupuestos mediante el cálculo de consumos teóricos con base en cantidades de obra ejecutadas y la valorización de los mismos.

2.3.2.4 PROCESO DE CONTRATOS

Para el control de costos en el proceso de contratos se requieren los siguientes procedimientos:

1. Elaboración de un contrato para manufacturar un conjunto o construir una instalación con base en la consulta de las actividades y precios del presupuesto.
2. Anotación de las actividades contratadas en forma acumulativa manteniendo un registro por actividad-cantidad independiente del contratista.

3. Solicitud al departamento correspondiente (Tesorería), el pago de anticipo de ser el caso mediante el uso de correo electrónico o fax.
4. Afectación del presupuesto con el anticipo anotando el valor en la cuenta correspondiente.
5. Elaboración de las actas de obra a medida que el contrato se va desarrollando mediante la liquidación del valor de las cantidades ejecutadas a precios del contrato y efectuando los descuentos pertinentes.
6. Elaboración del control acumulativo de las cantidades y los precios del contrato y la actividad mediante la actualización del registro por actividad-cantidad.
7. Informe continuo a la programación de la obra enviando las cantidades de obra ejecutadas con el fin de que el estado del programa sea reportado.
8. Afectación del presupuesto con el pago anotando su valor en la cuenta presupuestal correspondiente y descargando parcialmente, según los porcentajes de amortización previstos, la cuenta anticipos.

2.3.2.5 PROCESO DE TESORERÍA

La Tesorería requiere de los siguientes procedimientos y registros para apoyar el control de costos:

1. Recepción de dinero para las cuentas corrientes de la obra, elaboración de comprobantes de ingreso detallando el origen de los fondos y afectación del presupuesto.
2. Recepción de facturas externas por compras o servicios y actualización de cuentas por pagar.
3. Recepción de solicitudes internas para pago de anticipos u otros conceptos y comunicación con procesos de compras, almacén y contratos para actualización de relación de cuentas por pagar.
4. Autorización y realización de pagos correspondientes, elaboración de comprobantes de egreso directamente o desde las cuentas por pagar.

5. Cuantificación y desembolso del dinero que está en el poder de la Tesorería por concepto de retenciones y elaboración de comprobantes de egreso.
6. Afectación del presupuesto y verificación de los pagos que afectan cuentas presupuestales y los que afectan a cuentas puente (inventarios, anticipos, retenciones).
7. Verificación de los saldos de las cuentas corrientes y afectación de los mismos en tiempo real, en la elaboración de comprobantes de ingreso o egreso manteniéndolos siempre al día.

2.3.3 REPORTE DEL ESTADO DE LOS COSTOS

El corte transversal de la contabilidad de costos en un momento determinado debe ser capaz de proporcionar la información del estado de los costos del proyecto que se genera en cada proceso.

El objetivo del reporte es comparar la información presentada con el presupuesto para establecer las desviaciones, indagar sobre sus causas y tomar decisiones al respecto (Consuegra, 2007).

2.3.3.1 CURVA S

Es posible usar la gráfica de la curva S para identificar las desviaciones importantes en la inversión y las cuentas presupuestales responsables de ello.

El gráfico se basa en los flujos de inversión presupuestados y ejecutados comparables en su composición de cuentas y en los períodos considerados de tiempo. Los reportes de flujo se grafican en una matriz donde las abscisas corresponden a los períodos de tiempo y las ordenadas contienen los valores acumulados. El análisis se realiza haciendo un corte vertical en la gráfica sobre la fecha del día y revisando la relación que existe entre ambas curvas. Esta metodología puede aplicarse a un nivel individual de cada actividad dependiendo del detalle requerido (Consuegra, 2007).

2.3.3.2 EJECUCIÓN PRESUPUESTAL

Una vez identificadas las desviaciones, es necesario determinar las causas mediante un análisis comparativo de ejecución presupuestal a nivel de cuentas.

Consuegra (2007) afirma que la ejecución presupuestal debe manejarse en una matriz que contiene cinco grandes sectores de información como se indica en la **Figura 1**.

Unidad de medida	Presupuestado			Ejecutado			Pendiente			Total			%Ejecución	
	Cant	Precio unitario	Total	Cant	Precio unitario	Total	Cant	Precio unitario	Total	Cant	Precio unitario	Total	Cant.	Total
	Capítulo 1													
Actividad 1.1														
Material														
Material														
Equipo														
M. de Obra														
Total 1.1														
Total 1														
Capítulo 2														
Actividad 2.1														
Equipo														
Total 2.1														
Actividad 2.2														
Subcontrato														
Total 2.2														
Total 2														
Gran Total														

Figura 1 Matriz para el registro de ejecución presupuestal

Los porcentajes de las dos últimas columnas se aplican para comparar siempre el presupuesto inicial contra cualquiera de los demás presupuestos (ejecutado, faltante o total).

Si la matriz está correcta y oportunamente alimentada por medio de las actividades y procesos descritos anteriormente, la ejecución presupuestal podrá reportarse en cualquier momento a diferentes niveles de detalle, dependiendo de las necesidades el usuario final (Consuegra, 2007).

Castillo (2002) afirma que para preservar los costos estimados se requiere que el control de costos sea una actividad que se practique a diario y que es necesario transformar el avance de obra en insumos, cotejarlo con el programa de gastos y tomar acciones correctivas si se detectan desviaciones.

CAPÍTULO 3 METODOLOGÍA

3.1 INTRODUCCIÓN

En este apartado se describe la metodología que se llevó a cabo para realizar la investigación propuesta cuyo enfoque fue cuantitativo, el alcance de tipo explicativo, ya que se identificaron los factores que afectan a las construcciones de la región y se determinaron sus causas, el diseño de investigación fue no experimental debido a que no se manipularon variables y transeccional, ya que la investigación se efectuó en un tiempo determinado.

La unidad de análisis corresponde al costo estimado y pactado y el costo final de un proyecto de construcción en el estado de Yucatán.

La población quedó delimitada por proyectos de construcción en Yucatán que pudieran ser monitoreados durante su ejecución con el fin de obtener datos veraces y comprobables dado que se carecía de registros que permitieran identificar de manera precisa las causas de los sobrecostos en los proyectos de construcción ya concluidos.

Debido a lo anterior y al tiempo disponible para realizar la investigación, fue necesario delimitarla a un estudio de caso, por lo que la muestra quedó restringida a un proyecto cuyas características se describen en el siguiente apartado.

A pesar de que el sobrecosto es cuantificable y que la identificación de los factores que contribuyen al mismo puede realizarse cuantitativamente, la revisión de la literatura indicó que los estudios previos acerca del tema eran de tipo cualitativo (reportan los factores que causan sobrecosto con respecto a la perspectiva de los constructores), por lo que no se encontró una metodología que pudiera adaptarse al contexto local.

A continuación, se describe la metodología llevada a cabo en esta investigación.

3.2 IDENTIFICACIÓN DE FACTORES MÁS COMUNES QUE CONTRIBUYEN AL SOBRECOSTO

Para la identificación de los factores más comunes que contribuyen al sobrecosto de los proyectos de construcción, se realizó una revisión de libros de texto y estudios previos sobre el tema. Como se mencionó anteriormente no se dispone de estudios en la región, por lo que los treinta y seis factores de la Tabla 1 fueron utilizados como punto de partida para determinar si son aplicables al contexto local e identificar los que deban ser añadidos. Como resultado del análisis descrito anteriormente, se obtuvo una lista de 38 factores y se definieron los criterios para asignar las causas de sobrecosto relacionadas a estos. Dicho análisis puede consultarse en la **Tabla 26** del Apéndice 1.

La lista fue validada mediante una encuesta que refleja la experiencia y percepción de los constructores locales. El número de constructores encuestados fue de 30, debido a que es la cantidad mínima aceptable para ser considerada una muestra lo suficientemente grande y que pueda tener una distribución aproximadamente normal (Mendenhall, Beaver, & Beaver, 2010). La encuesta aplicada puede consultarse en el Apéndice 1 de este documento.

El resultado de la aplicación de las encuestas se presenta en la Figura 2, donde los niveles de importancia y ocurrencia de cada factor se califican como se puede apreciar en las Tablas 2 y 3.

Los factores que ocurren con mayor frecuencia y resultan importantes de acuerdo a la percepción de los constructores se presentan en la Tabla 4.

Por otra parte, los constructores mencionaron otros factores que afectan los costos de construcción, de acuerdo a su experiencia, los cuales se transcriben en la **Tabla 5**. Cabe mencionar que ninguno de estos factores fue tomado como punto de partida o incluido en las encuestas realizadas debido a que solo fueron mencionados una vez, algunos son similares a los 38 incluidos en la lista de validación y parecen ser problemas puntuales de las empresas que los mencionan como causantes de sobrecosto.

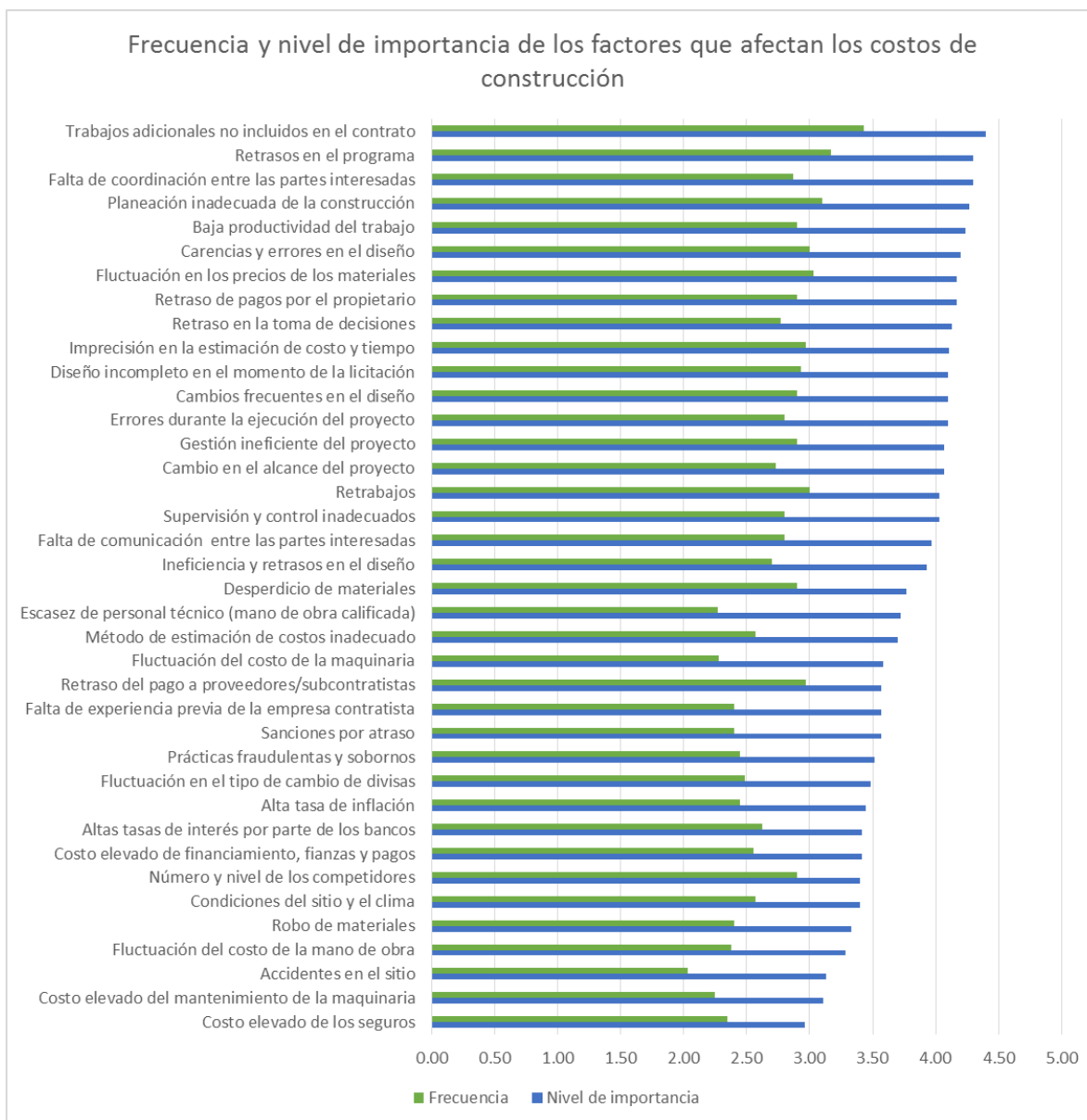


Figura 2 Frecuencia y nivel de importancia de los factores que afectan los costos de construcción

Tabla 2 Calificación de la frecuencia de ocurrencia

Calificación	Frecuencia de ocurrencia
1	Nunca
2	Algunas veces
3	La mayoría de las veces
4	Siempre

Tabla 3 Calificación del nivel de importancia

Calificación	Nivel de importancia
1	No importante
2	Poco importante
3	Moderadamente importante
4	Importante
5	Muy importante

Tabla 4 Principales factores que afectan los costos, de acuerdo a la percepción de los constructores.

No	Factor	Nivel de Importancia	Frecuencia de ocurrencia
1	Trabajos adicionales no incluidos en el contrato	4.40	3.43
2	Retrasos en el programa	4.30	3.17
3	Falta de coordinación entre las partes interesadas	4.30	2.87
4	Planeación inadecuada de la construcción	4.27	3.10
5	Baja productividad del trabajo	4.24	2.90
6	Carencias y errores en el diseño	4.20	3.00
7	Fluctuación en los precios de los materiales	4.17	3.03
8	Retraso de pagos por el propietario	4.17	2.90
9	Retraso en la toma de decisiones	4.13	2.77
10	Imprecisión en la estimación de costo y tiempo	4.10	2.97
11	Retrabajos	4.03	3.00

Tabla 5 Otros factores mencionados por los constructores

No	Factor	Nivel de Importancia	Frecuencia de ocurrencia
1	Falta de dominio y control integral del proyecto y proceso de obra	5	4
2	Supervisión exageradamente caprichosa	5	4
3	Mala negociación con contratistas	5	3
4	Personal adecuado en obra	4	4
5	Exigencia de pago a sindicatos	4	3
6	Calidad de materiales	3.5	3
7	Falta de personal administrativo	3	3

3.3 SELECCIÓN DEL CASO DE ESTUDIO

El caso de estudio seleccionado tuvo las siguientes características:

- El proyecto fue de tipo edificación por ser el más representativo de los proyectos de construcción en Yucatán (53.16%) de acuerdo al valor de la producción de las empresas constructoras reportado por la Cámara Mexicana de la Industria de la Construcción (2014).
- El proyecto se llevó a cabo mediante el proceso constructivo típico de la región con el fin de representar las características de la construcción en Yucatán.
- La duración de la ejecución del proyecto se estimó en 5 meses y se tenía la posibilidad de observar y registrar la información requerida durante proceso de construcción en el tiempo disponible para la elaboración de la investigación.
- El proyecto contaba con un presupuesto de referencia para evaluar y comparar el costo final del mismo.

La información acerca del caso de estudio se describe en el siguiente apartado.

3.4 DESCRIPCIÓN DEL CASO DE ESTUDIO

3.4.1 LA EMPRESA

La ejecución del proyecto seleccionado estuvo a cargo de una empresa de servicios con 10 años de experiencia, dedicada a la gerencia, promoción y ejecución de proyectos y a la contratación de obras civiles como constructores o supervisores.

Los servicios que ofrecen en cuanto a la construcción, abarcan las siguientes áreas:

- Obras de Urbanismo: Movimiento de tierras, redes de acueducto, alcantarillado, electricidad, telefonía, vías internas de urbanización.
- De vivienda unifamiliar.
- Edificaciones para oficinas y locales comerciales.

Los servicios de supervisión de obra que ofrece la empresa son:

- Mantenimientos viales y de estructuras.
- Edificaciones para diferentes usos y usos especiales.

En el área de gerencia de proyectos y proyectos ejecutivos se incluyen los siguientes servicios:

- Proyectos de edificaciones para usos específicos (comercial, oficinas, etc.)
- Proyectos de edificaciones para usos de vivienda.
- Proyectos viales.

En la **Figura 3** se presenta la estructura organizacional actual de la empresa constructora.

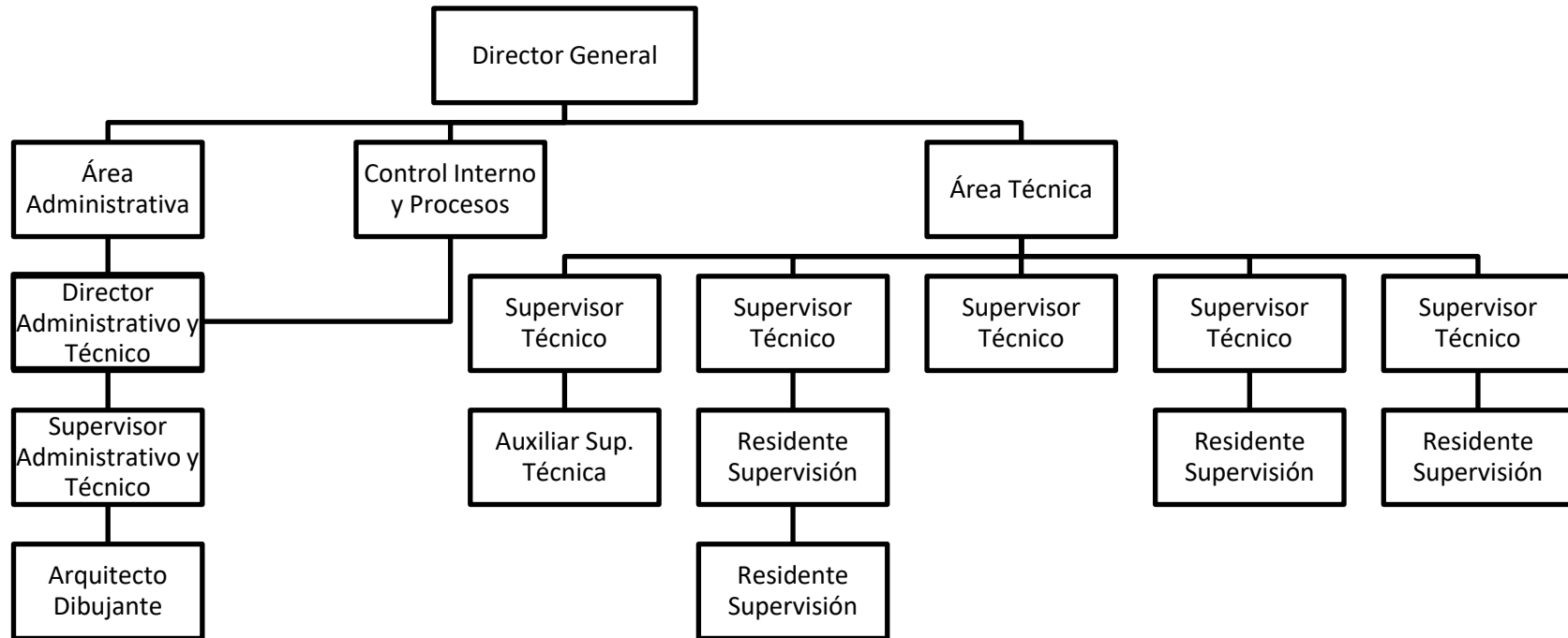


Figura 3 Estructura organizacional de la empresa

De acuerdo a la estratificación de empresas publicadas en el Diario Oficial de la Federación en el año 2009, se clasificó a la empresa como pequeña, al contar con un número de trabajadores entre 11 y 50.

3.4.2 EL PROYECTO

El proyecto fue una obra de edificación ubicada en el estado de Yucatán y fue realizada respetando las características constructivas propias de la región.

Contrato: El contrato fue de obra pública a base de precios unitarios y estableció que la empresa constructora debía ejecutar las siguientes partes del proyecto:

- Preliminares
- Excavaciones y cimentaciones
- Estructura
- Albañilería
- Estructura metálica
- Acabados
- Alfombra
- Puertas y carpintería
- Cancelería de aluminio y vidrio
- Iluminación
- Alumbrado y contactos
- Alimentadores y tableros
- Media tensión y subestación
- Sistema de tierras
- Ramaleo hidráulico
- Ramaleo sanitario
- Pluvial
- Alimentación a tinaco
- Acometida municipal
- Muebles sanitarios
- Sistema de riego

- Pizarrones
- Aire acondicionado
- Obra exterior
- Sistema contra incendio
- Planta de emergencia
- Cisterna de 13.50 m3
- Limpiezas
- Jardinería
- Voz y datos
- Audio, video y CCTV
- Elevador

Costo y tiempo pactado: El monto total de los trabajos que se estableció en el contrato fue de \$37,469,037.62 con el Impuesto al Valor Agregado (I.V.A.) incluido. El plazo de ejecución para la totalidad de la ejecución de los trabajos fue de 180 días naturales, debiendo iniciar los trabajos el día 02 de marzo del año 2015, y terminar el día 28 de agosto del año 2015.

De igual manera, se estableció que una vez verificados y recibidos los trabajos por parte del cliente, tanto la empresa constructora como el cliente, deberán elaborar un finiquito de los trabajos, en el que se harán constar los créditos a favor y en contra (incluyendo ajustes de costos, volúmenes excedentes y conceptos fuera de catálogo que se hubieren generado en el desarrollo de la obra) que resulten para cada una de las partes, describiendo el concepto general que les dio origen y el saldo resultante.

3.5 REGISTRO Y CONTROL DE COSTOS

Se elaboró un desglose de los conceptos que componen los costos del proyecto para establecer las cantidades de referencia de cada uno, identificar la información y los registros requeridos. En las Tablas 6, 7 y 8 se establecen los costos que componen el costo total del proyecto.

Tabla 6 Costo directo total

Costo Directo	
Materiales	\$24,877,651.28
Herramienta	\$325,641.52
Equipo	\$1,466,111.14
Mano de obra	\$6,209,290.40
Total Costo Directo	\$32,878,694.33

Tabla 7 Costo indirecto total

Costos Indirectos			
Oficina en Obra		Oficina Central	
Honorarios, sueldos y prestaciones	\$563,035.26	Honorarios, sueldos y prestaciones	\$152,501.78
Depreciación, mantenimiento y rentas	\$37,897.20	Depreciación, mantenimiento y rentas	\$24,116.40
Servicios	\$175,705.20	Fletes y acarreos	\$34,452.00
Gastos de oficina	\$62,013.60	Gastos de oficina	\$56,845.80
Otros	\$39,275.28	Seguros y fianzas	\$168,814.80
Total Oficina en Obra	\$877,926.54	Total Oficina Central	\$436,730.78
Total Indirectos		\$1,314,657.32	

En la Tabla 8 se presenta un resumen de los costos presentados en las Tablas 6 y 7 que integran el costo total del proyecto:

Tabla 8 Resumen de costos

Resumen de costos	
Costo Directo	\$32,878,694.33
Costos Indirectos	\$1,314,657.32
Utilidades	\$3,275,685.95
Costo Total	\$37,469,037.60

Durante la investigación, se presentó un retraso en las actividades del proyecto por lo cual el plazo de ejecución se prolongó y se estableció como fecha de terminación el 31 de julio de 2016. En consecuencia, fue necesario establecer un nuevo punto de referencia en cuanto al costo del proyecto con el objetivo de finalizar la investigación en el tiempo estipulado. En la Figura 4 puede observarse el retraso en el proyecto mediante la comparación de las erogaciones programadas y las erogaciones reales.

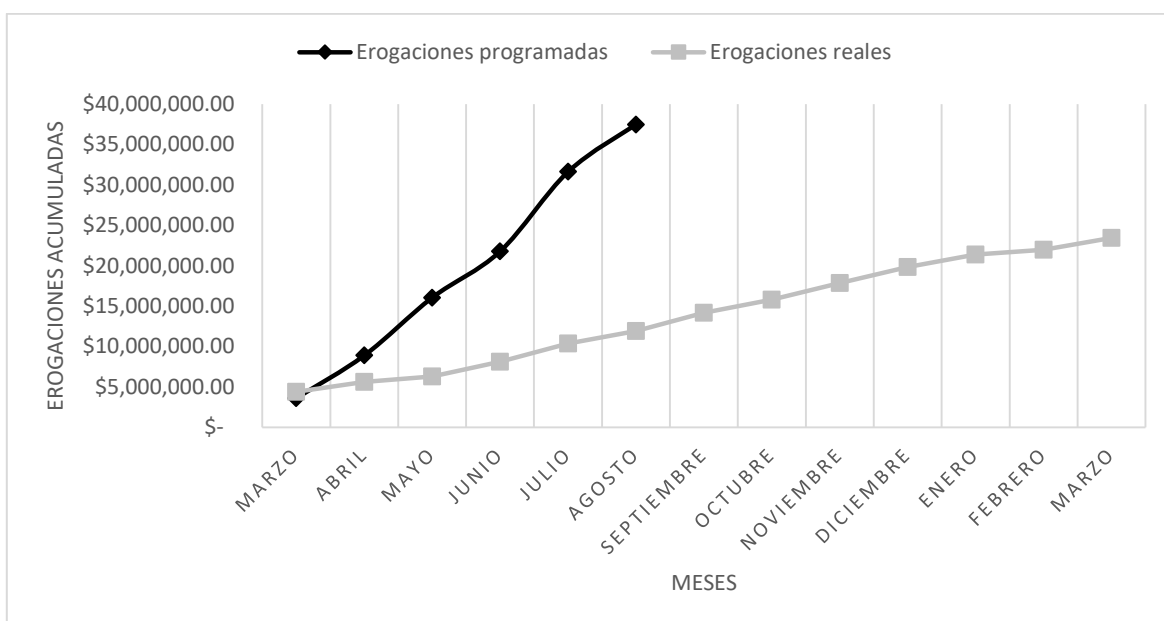


Figura 4 Comparación de erogaciones programadas y erogaciones reales

En el contrato de obra se especificó que los trabajos debían realizarse conforme se establecían las asignaciones presupuestales, por lo que fue posible tomar alguna de ellas como referencia de los costos de una parte del proyecto. La primera asignación representaba el 63.25% del costo total y fue la que se concluyó con el tiempo suficiente para realizar los análisis requeridos en esta investigación, sin embargo, en este porcentaje se incluyeron trabajos que no se encontraban en el presupuesto inicial (volúmenes excedentes y conceptos extraordinarios, con respecto al contrato original y que a la fecha en la que se redactó el presente reporte, estaban siendo analizados por el cliente) por lo que, para establecer el punto de comparación de los costos, se calculó el costo pactado de los trabajos incluidos en esta asignación, considerando únicamente los volúmenes establecidos en el presupuesto original y como excepción los volúmenes reales de ejecución siempre y cuando éstos fueran menores o iguales a los del presupuesto original. Cabe mencionar que el porcentaje que representó el costo de la primera asignación presupuestal sin considerar los volúmenes excedentes y conceptos extraordinarios, fue de 55.52% del costo pactado.

La empresa constructora facilitó la información de dicha asignación al realizar un corte de todos los trabajos y consumos correspondientes a la misma. En las Tablas 9, 10 y 11 se presenta el desglose de los costos atribuibles al ejercicio de la primera asignación presupuestal que fueron usados como punto de comparación para identificar el sobre costo de los trabajos y consumos efectuados a la fecha de corte.

Tabla 9 Costo directo de la primera asignación presupuestal

Concepto	Total del proyecto	Primera asignación presupuestal
Materiales	\$24,877,651.28	\$20,803,028.84
Herramienta	\$325,641.52	\$ 206,402.37
Equipo	\$1,466,111.14	\$1,071,706.77
Mano de obra	\$6,209,290.40	\$ 3,702,113.87
Total Costo Directo	\$32,878,694.33	\$18,254,425.26

El costo directo de la primera asignación presupuestal, presentado en la Tabla 9, se obtuvo mediante una explosión de insumos donde se incluyó el volumen presupuestado o ejecutado de los conceptos que correspondían a la misma.

Al no ser posible obtener de la misma manera el costo indirecto, se optó por multiplicar cada uno de sus componentes por el porcentaje de avance del proyecto (55.52%), el resultado se presenta en la Tabla 10.

Tabla 10 Costo indirecto de la primera asignación presupuestal

Costos Indirectos					
Oficina en Obra			Oficina Central		
Concepto	Total del proyecto	Primera asignación presupuestal	Concepto	Total del proyecto	Primera asignación presupuestal
Honorarios, sueldos y prestaciones	\$563,035.26	\$312,600.47	Honorarios, sueldos y prestaciones	\$152,501.78	\$84,669.88
Depreciación, mantenimiento y rentas	\$37,897.20	\$21,040.75	Depreciación, mantenimiento y rentas	\$24,116.40	\$13,389.57
Servicios	\$175,705.20	\$97,552.55	Fletes y acarreos	\$34,452.00	\$19,127.95
Gastos de oficina	\$62,013.60	\$34,430.31	Gastos de oficina	\$56,845.80	\$31,561.12
Otros	\$39,275.28	\$21,805.87	Seguros y fianzas	\$168,814.80	\$93,726.96
Total Oficina en Obra	\$877,926.54	\$487,429.95	Total Oficina Central	\$436,730.78	\$242,475.48
Total Indirectos del Proyecto				\$1,314,657.32	
Total Indirectos Primera Asignación Presupuestal				\$729,905.43	

En la **Tabla 11** se presenta un resumen de los costos que componen el costo total de la primera asignación presupuestal. Las utilidades se calcularon de la misma manera que los costos indirectos.

Tabla 11 Costo total de la primera asignación presupuestal

Concepto	Total del proyecto	Primera asignación presupuestal
Costo Directo	\$32,878,694.33	\$18,254,425.26
Costos Indirectos	\$1,314,657.31	\$729,905.43
Utilidades	\$3,275,685.95	\$1,818,680.00
Costo Total	\$37,469,037.60	\$20,803,028.84

Una vez identificados y establecidos los costos de referencia, se realizó una revisión de libros de texto y estudios previos sobre el registro y control de los costos en la construcción para identificar los documentos donde es posible encontrar los registros de las causas potenciales del sobre costo en los proyectos. Consuegra (2007) proporciona una descripción de los registros básicos que se requieren para realizar el control de costos e identificar las causas de sobre costo de acuerdo a los procesos que se realizan en un proyecto de construcción, se elaboró una lista de dichos registros que puede ser consultada en el Apéndice 2.

Con base en lo anterior, se analizó si la información y los registros que generaba la empresa constructora eran suficientes para el presente estudio; los procesos que la empresa reportó llevar a cabo y que se describen a detalle en el Anexo 1, son el control de las compras y pedidos y la evaluación de proveedores. Se determinó con el personal correspondiente la información y los registros que serían proporcionados por la empresa, así como la viabilidad de que la misma realizara los registros o en su defecto que proporcionara la información necesaria para realizarlos. Los resultados de éste análisis se presentan en la Tabla 12:

Tabla 12 Registros e información disponibles para la investigación

Registros para el control del costo en los proyectos de construcción	Registros elaborados y proporcionados por la empresa constructora	
Proceso		Observaciones
Control		
Programa de gastos	Si	
Registro del avance real del proyecto por concepto	No	Se obtuvo la información a partir de visitas al sitio de la obra, consulta y revisión de estimaciones así como de oficios y registros llevados a cabo por el personal a cargo del proyecto.
Registro de cantidades de obra ejecutadas del proyecto	Si	
Comparativo de cantidades presupuestadas, ejecutadas y por ejecutar	Si	
Comparativo de cantidades presupuestadas, compradas y por comprar de los materiales por actividad	No	Se elaboró el comparativo a partir de la información proporcionada
Gráficos de estado de los costos	No	Se elaboraron los gráficos a partir de la información obtenida
Compras		
Registro de las requisiciones	Si	
Registro acumulativo de las cantidades requeridas	No	Se obtuvo el registro acumulativo a partir de la información proporcionada
Registro de la comparación de precios para compras	Si	
Registro de las compras y rentas de equipo	Si	
Registro acumulativo de las cantidades compradas	No	Se obtuvo el registro acumulativo a partir de la información proporcionada
Registro de la recepción en almacén	Si	
Almacén e inventarios		
Registro acumulativo de entradas	Si	
Registro de salidas	No	No fue posible obtener el registro de las salidas de materiales por lo que el material consumido se calculó mediante la diferencia del total registrado en las órdenes de compra a la fecha de corte y el remanente en bodega en caso de existir

Registros para el control del costo en los proyectos de construcción	Registros elaborados y proporcionados por la empresa constructora	
Proceso		Observaciones
Registro acumulativo de salidas	No	No se elaboró el registro acumulativo de salidas
Estado actualizado de almacén	No	No se llevó a cabo este registro sin embargo se verificaron los remanentes en almacén a la fecha de corte
Subcontratos		
Registro de actividades y cantidades subcontratadas	Si	
Registro acumulativo de las cantidades subcontratadas erogadas	No	Se obtuvo el registro acumulativo a partir de la información proporcionada
Tesorería		
Registro de pagos	Si	
Registro acumulativo de pagos	No	Se elaboró este registro a partir de la información proporcionada
Supervisión de obra		
Bitácora de obra	No	La bitácora de obra fue remplazada por el registro de eventos importantes que fue realizado por el personal a cargo del proyecto

Como resultado del análisis se pudo observar que la empresa constructora lleva a cabo la mayoría de los registros que se requieren, lo cual facilitó la recolección de la información.

Se elaboraron formatos electrónicos para registrar y organizar la información proporcionada por la empresa, de acuerdo a las características de los registros mencionados en el Apéndice 2. En el Apéndice 3 pueden consultarse ejemplos de los formatos elaborados.

Se realizó la revisión y seguimiento de los registros otorgados por la empresa, de acuerdo a la periodicidad con que se generaron, así como la actualización de la información en los formatos electrónicos elaborados.

Se monitoreó y cotejó con la empresa el estado de los costos del proyecto con la información recabada y se identificaron las variaciones con respecto al presupuesto y las causas de las mismas.

3.6 DETERMINACIÓN DE LOS FACTORES QUE CONTRIBUYEN AL SOBRECOSTO DEL PROYECTO

Se calculó el sobrecosto del proyecto a la fecha de corte mediante la **Fórmula 1**:

Fórmula 1

$$\text{Sobrecosto del proyecto} = \text{Costo final del proyecto} - \text{Costo del proyecto}$$

Entendiéndose como costo del proyecto, el costo estimado y pactado de la primera asignación presupuestal del proyecto, y como el costo final del proyecto, el costo final de la primera asignación presupuestal, ambos se presentan en la **Tabla 13**. Las utilidades del costo final de la primera asignación presupuestal se calcularon en proporción al avance en el proyecto que fue de 63.25%, porcentaje que representaron todos los trabajos incluidos en esta asignación presupuestal.

Tabla 13 Costo de la primera asignación presupuestal y costo final de la primera asignación presupuestal

Concepto	Costo estimado y pactado de la primera asignación presupuestal del proyecto	Costo final de la primera asignación presupuestal
Materiales	\$8,082,102.10	\$ 7,672,662.97
Herramienta	\$98,568.08	\$ 118,391.36
Equipo	\$320,071.61	\$ 1,003,913.11
Subcontratos	\$7,506,838.45	\$ 7,636,592.11
Mano de obra	\$2,246,863.17	\$ 3,525,066.56
Indirectos	\$729,905.43	\$ 3,358,808.97
Utilidades	\$1,818,680.00	\$ 2,071,742.05
TOTAL	\$20,803,028.84	\$ 25,387,177.11

El sobrecosto está compuesto por la variación entre las cantidades de los recursos y la variación del precio de los mismos. Para determinar el monto atribuible a la variación entre las cantidades, se multiplicó la diferencia entre la cantidad establecida en el presupuesto y la cantidad consumida de cada recurso por el precio del recurso establecido en el presupuesto, por otra parte, para obtener el monto asociado a la variación del precio, se multiplicó la diferencia entre el precio establecido en el presupuesto y el precio promedio de compra de cada recurso por la cantidad consumida.

La , presentada a continuación, se utilizó para la determinación de los montos atribuibles a la variación entre las cantidades de los recursos:

Fórmula 2

$$\text{Monto atribuible a la variación entre las cantidades de los recursos} = \left(\text{Cantidad establecida en el presupuesto} - \text{Cantidad consumida} \right) \times \left(\text{Precio establecido en el presupuesto} \right)$$

Con base en la Fórmula 3 se obtuvieron los montos correspondientes a la variación del precio de los recursos.

Fórmula 3

$$\text{Monto atribuible a la variación de los precios de los recursos} = \left(\text{Precio establecido en el presupuesto} - \text{Precio promedio de compra} \right) \times \left(\text{Cantidad consumida} \right)$$

Para determinar las causas de la variación entre las cantidades de los recursos establecidas en el presupuesto y las consumidas, se identificaron en primera instancia las cantidades asociadas a:

- La imprecisión en el cálculo del presupuesto mediante la comparación de las cantidades establecidas en el presupuesto y las calculadas a partir de los planos originales del proyecto.
- Los cambios en el diseño como la diferencia entre la cantidad de los planos originales y la de los planos finales.
- Los recursos consumidos debido a retrabajos con base en los registros proporcionados por la empresa constructora.
- Las omisiones por deficiencias en el proyecto

De igual manera, los criterios para determinar las causas de la variación en el precio de los recursos fueron los siguientes:

- Las variaciones a la alza se consideraron como fluctuación en el precio del recurso.
- Las variaciones a la baja se consideraron como producto de una buena negociación con los proveedores.

Para ambos casos, la variación en cantidades y la variación en precios, las causas que no fueron posibles de identificar con los criterios mencionados, se consultaron directamente con los involucrados en el proceso. Para asignarlas al factor que les correspondía se utilizaron los criterios descritos en la Tabla 26 del Apéndice 1.

Una vez asignadas las causas a los factores correspondientes y determinado los montos que representa cada uno en el sobrecosto, se elaboró un listado de dichos factores y se determinó el impacto de cada uno en el sobrecosto del proyecto. La **Fórmula 4** fue empleada para el cálculo de dicho impacto:

Fórmula 4

$$\text{Impacto de cada factor} = \frac{\sum \text{Sobrecosto por factor}}{\text{Sobrecosto del proyecto}}$$

Los resultados de este cálculo se presentan en la **Tabla 16**.

Para identificar los factores con mayor impacto en las variaciones del costo del proyecto se aplicó el principio de Pareto que señala que el 20% de las causas contribuyen al 80% del problema, es decir, que el 20% de los factores contribuyen al 80% del sobrecosto.

Sin embargo, como se mencionó en el apartado 3.5 , en la primera asignación presupuestal se incluyeron trabajos que no se encontraban en el presupuesto inicial (volúmenes excedentes y conceptos extraordinarios, con respecto al contrato original) y que forman parte del costo final de dicha asignación. En caso de que el cliente aceptara los volúmenes excedentes y los conceptos extraordinarios, una parte del sobrecosto no sería cargado a la empresa constructora. Con el fin de conocer las causas y los factores que contribuyen las variaciones en los costos y que son

atribuibles al desempeño del costo del proyecto, se realizó, de igual forma, un análisis del sobrecosto, descontando todos los recursos relacionados con estos conceptos.

Finalmente se discutieron los resultados y se elaboraron conclusiones y recomendaciones al respecto.

CAPÍTULO 4 RESULTADOS

4.1 SOBRECOSTO DEL PROYECTO Y FACTORES QUE CONTRIBUYERON AL MISMO

En este apartado se presenta el sobrecosto del proyecto y la lista de los factores que contribuyeron al mismo. Con dichos resultados se alcanzaron los objetivos particulares 1 y 2 que se refieren a la identificación del origen y de las causas del sobrecosto y a la asociación de tales causas al factor correspondiente. Cabe mencionar que debido a que las causas de las variaciones del costo y del sobrecosto del proyecto fueron muy puntuales y lograron ser agrupadas como se mencionan en el apartado 3.6, no fue necesario realizar un listado para identificar el factor al que correspondían.

En la Tabla 14 se presenta el costo pactado y estimado de la primera asignación presupuestal del proyecto y el costo final que considera sendos volúmenes excedentes y conceptos extraordinarios al presupuesto original, y que fueron establecidos en la Tabla 13 de la sección 3.6. En la cuarta columna de la Tabla 14, se presenta el sobrecosto por concepto; que es el resultado de la diferencia entre el costo final de la primera asignación presupuestal y el costo pactado y estimado de la primera asignación presupuestal (Fórmula 1).

Se puede observar en la Tabla 14, que se estableció una cantidad de referencia para los trabajos que fueron subcontratados, ya que en el presupuesto original no estaban contemplados, sino que aparecían desglosados en sus insumos, materiales, mano de obra, herramientas y equipo. De igual manera se observa que en el concepto de materiales no se obtuvo un sobrecosto, si no que se logró una reducción del costo estimado y pactado debido a una variación a la baja en el costo de los materiales utilizados, las causas y los factores de dicha variación se presentan en el apartado 4.3.

El sobrecosto del proyecto a la fecha de corte fue de \$4,584,148.27 y representó un 22.04% del costo de la primera asignación presupuestal del proyecto.

Tabla 14 Cálculo del sobrecosto de la primera asignación presupuestal

Concepto	Costo estimado y pactado de la primera asignación presupuestal del proyecto	Costo final de la primera asignación presupuestal	Sobrecosto
Materiales	\$8,082,102.10	\$ 7,672,662.97	-\$409,439.13
Herramienta	\$98,568.08	\$ 118,391.36	\$19,823.28
Equipo	\$320,071.61	\$ 1,003,913.11	\$683,841.49
Subcontratos	\$7,506,838.45	\$ 7,656,712.40	\$129,753.66
Mano de obra	\$2,246,863.17	\$ 3,525,066.56	\$1,278,203.39
Indirectos	\$729,905.43	\$ 3,358,808.97	\$2,628,903.54
Utilidades	\$1,818,680.00	\$ 2,071,742.05	\$253,062.05
TOTAL	\$20,803,028.84	\$ 25,387,177.11	\$4,584,148.27

En la Tabla 15 se presentan los factores que contribuyeron al sobrecosto de la primera asignación presupuestal, se incluyen las variaciones del costo a la alza y a la baja que se obtuvieron para cada factor, la suma de estas cantidades dio como resultado el importe con el que cada factor contribuyó al incremento o a la reducción del sobrecosto del proyecto.

Cabe mencionar que los incrementos y reducciones del costo atribuibles a cada factor, fueron el resultado de las variaciones entre las cantidades y los precios de los recursos del proyecto.

Tabla 15 Factores que contribuyeron al sobre costo de la primera asignación presupuestal

Factor	Variación del costo a la alza	Variación de costos a la baja	Sobre costo por factor
Negociación con los proveedores	\$0.00	-\$3,162,505.43	-\$3,162,505.43
Retrasos en el programa	\$2,323,708.70	\$0.00	\$2,323,708.70
Cambios frecuentes en el diseño	\$1,996,750.71	-\$477,001.35	\$1,519,749.36
Carencias y errores en el diseño	\$933,649.18	-\$22,454.85	\$911,194.33
Imprecisión en la estimación del costo y tiempo	\$1,520,814.36	-\$723,730.12	\$797,084.24
Planeación inadecuada de la construcción	\$847,418.79	-\$206,977.13	\$640,441.66
Baja productividad del trabajo	\$533,523.49	\$0.00	\$533,523.49
Retrabajos	\$416,784.93	\$0.00	\$416,784.93
Diseño incompleto al momento de la licitación	\$321,344.08	\$0.00	\$321,344.08
Número de proyectos simultáneos	\$0.00	-\$274,229.44	-\$274,229.44
Método de estimación de costos inadecuado	\$0.00	-\$256,175.99	-\$256,175.99
Supervisión y control inadecuados	\$241,548.16	\$0.00	\$241,548.16
Gestión ineficiente del proyecto	\$389,242.20	-\$185,795.65	\$203,446.55
Fluctuación en el costo de la maquinaria	\$155,363.94	\$0.00	\$155,363.94
Alta tasa de rotación de personal	\$0.00	-\$140,480.93	-\$140,480.93
Fluctuación en los precios de los materiales	\$120,318.64	\$0.00	\$120,318.64
Retraso en la toma de decisiones	\$110,804.07	\$0.00	\$110,804.07

Factor	Variación del costo a la alza	Variación de costos a la baja	Sobrecosto por factor
Errores durante la ejecución del proyecto	\$85,387.60	\$0.00	\$85,387.60
Fluctuación del costo de la mano de obra	\$61,164.65	\$0.00	\$61,164.65
Otros	\$727,619.23	-\$776,783.45	-\$49,164.22
Retraso de pagos por el propietario	\$17,887.32	-\$0.00	\$17,887.32
Fluctuación en el tipo de cambio de divisas	\$6,952.56	-\$0.00	\$6,952.56
TOTAL	\$10,810,282.62	-\$6,226,134.34	\$4,584,148.27

4.2 IMPACTO DE LOS FACTORES QUE CONTRIBUYERON AL SOBRECOSTO

De acuerdo al objetivo 3, se presenta en la Tabla 16 el impacto de cada uno de los factores involucrados en el sobrecosto de la primera asignación presupuestal, lo anterior fue el resultado de la división del sobrecosto por factor obtenido en la Tabla 15 entre el sobrecosto del proyecto.

Los signos positivos y negativos del impacto de cada factor en el sobrecosto, indican si el factor contribuye al incremento o reducción del sobrecosto respectivamente (Tabla 16).

En la Figura 5 se presentan los principales factores que afectan los costos del proyecto; es decir aquellos que representan el 80% de la variación en el costo del proyecto. Cabe mencionar que, para identificar dichos factores, se tomó el valor absoluto de las variaciones de cada uno y se calculó el impacto que representaban en la sumatoria de dichas variaciones. Se puede observar que el factor que tiene un mayor impacto en la reducción del costo, es “Negociación con los proveedores” (25.16%) y el factor con el mayor impacto en el incremento del costo, es “Retraso en el programa” (18.2%).

Tabla 16 Factores identificados y su impacto en el sobre costo del proyecto

Factor	Sobre costo por factor	Impacto en el sobre costo
Negociación con los proveedores	-\$3,162,505.43	-68.99%
Retrasos en el programa	\$2,323,708.70	50.69%
Cambios frecuentes en el diseño	\$1,519,749.36	33.15%
Carencias y errores en el diseño	\$911,194.33	19.88%
Imprecisión en la estimación del costo y tiempo	\$797,084.24	17.39%
Planeación inadecuada de la construcción	\$640,441.66	13.97%
Baja productividad del trabajo	\$533,523.49	11.64%
Retrabajos	\$416,784.93	9.09%
Diseño incompleto al momento de la licitación	\$321,344.08	7.01%
Número de proyectos simultáneos	-\$274,229.44	-5.98%
Método de estimación de costos inadecuado	-\$256,175.99	-5.59%
Supervisión y control inadecuados	\$241,548.16	5.27%
Gestión ineficiente del proyecto	\$203,446.55	4.44%
Fluctuación en el costo de la maquinaria	\$155,363.94	3.39%
Alta tasa de rotación de personal	-\$140,480.93	-3.06%
Fluctuación en los precios de los materiales	\$120,318.64	2.62%
Retraso en la toma de decisiones	\$110,804.07	2.42%
Errores durante la ejecución del proyecto	\$85,387.60	1.86%
Fluctuación del costo de la mano de obra	\$61,164.65	1.33%
Otros	-\$49,164.22	-1.07%
Retraso de pagos por el propietario	\$17,887.32	0.39%
Fluctuación en el tipo de cambio de divisas	\$6,952.56	0.15%
TOTAL	\$4,584,148.27	100%

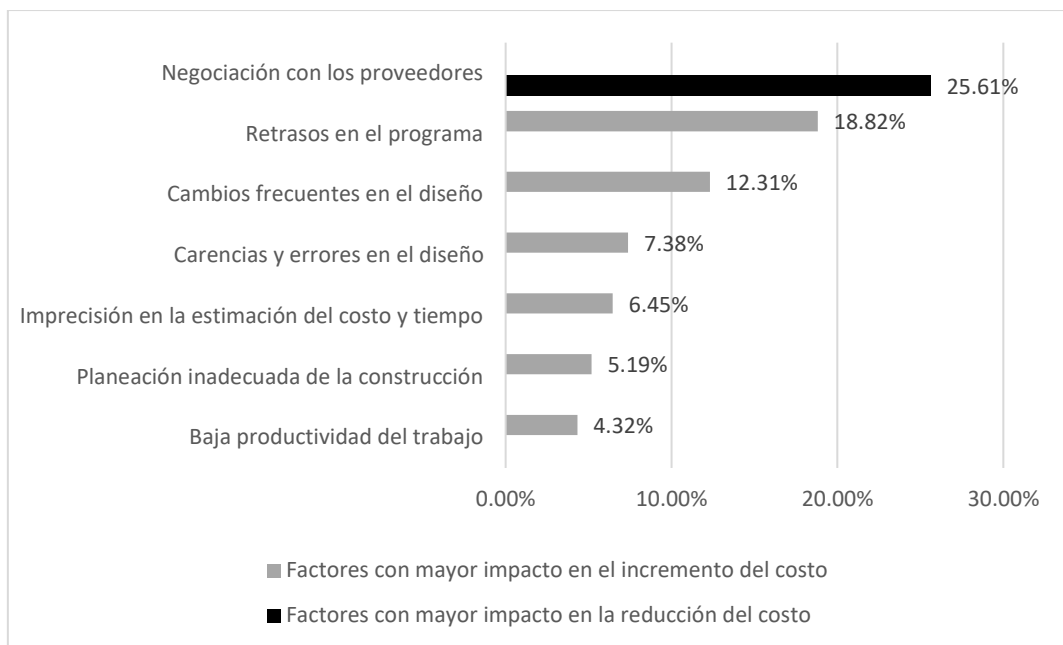


Figura 5 Principales factores que afectan los costos del proyecto

4.3 SOBRECOSTO ATRIBUIBLE AL DESEMPEÑO DEL ECONÓMICO PROYECTO Y FACTORES QUE CONTRIBUYERON AL MISMO

Como se mencionó en la metodología, una parte del sobrecosto se atribuye a los trabajos que no estaban incluidos en el presupuesto original y otra parte al desempeño económico del proyecto. En este apartado se presenta el resultado del análisis de las variaciones del costo y el sobrecosto atribuibles al desempeño económico del proyecto y los factores que contribuyeron a los mismos.

En la Tabla 17 se presentan a) el sobrecosto obtenido de la Tabla 14, b) el costo de los trabajos realizados no incluidos en el presupuesto original y c) el sobrecosto atribuible al desempeño económico del proyecto. Este sobrecosto último, se calculó como la diferencia entre el sobrecosto y el costo de los trabajos realizados no incluidos en el presupuesto original. Se puede observar que al hacer la sumatoria de las diferencias calculadas, se obtuvo un monto negativo, es decir que no se presentó sobrecosto atribuible al desempeño económico del proyecto. El monto que se obtuvo con la sumatoria fue de -\$654,338.86, sin embargo, existe sobrecosto en algunos de

los diferentes conceptos que componen el costo del proyecto. Los conceptos que generan un incremento considerable en el costo del proyecto fueron la mano de obra y el equipo, dicho incremento se contrarrestó con la variación a la baja del costo de los subcontratos.

Tabla 17 Sobrecosto atribuible al desempeño económico del proyecto

Concepto	Sobrecosto	Costo de los trabajos realizados no incluidos en el presupuesto original	Sobrecosto atribuible al desempeño económico del proyecto
Materiales	-\$409,439.13	\$489,825.03	-\$899,264.16
Herramienta	\$19,823.28	\$60,190.57	-\$40,367.29
Equipo	\$683,841.49	\$97,385.21	\$586,456.28
Subcontratos	\$129,753.66	\$1,412,266.41	-\$1,282,512.75
Mano de obra	\$1,278,203.39	\$500,485.76	\$777,717.63
Indirectos	\$2,628,903.54	\$2,425,272.11	\$203,631.42
Utilidades	\$253,062.05	\$253,062.05	\$0.00
TOTAL	\$4,584,148.27	\$5,238,487.13	-\$654,338.86

Las causas y los factores relacionados con el sobrecosto atribuible al desempeño económico de proyecto fueron analizados de la misma manera que los factores identificados en el apartado 4.1 .

Las causas de la variación del costo de los materiales y los factores asociados a éstas se presentan en la Tabla 18, cabe mencionar que las causas se indican a modo de resumen y fueron las que predominaron en este rubro. El sobrecosto por factor se obtuvo sumando las cantidades de la variación a la alza y a la baja de las columnas 3 y 4 de la misma tabla, los signos positivos y negativos de estas cantidades indican sobrecosto o reducción de los costos respectivamente.

Se puede observar que “Negociación con los proveedores” fue el factor que representó el mayor de los montos y redujo de manera significativa el sobrecosto en los materiales generado por los factores “Imprecisión en la estimación del costo y tiempo” y “Carencias y errores en el diseño”, por último, al realizar la sumatoria de las

variaciones, se pudo observar que, las variaciones del costo a la alza fueron poco significativas en comparación a las variaciones del costo a la baja y por esto no se presentó un sobrecosto atribuible al desempeño económico del proyecto en el concepto de los materiales. En las Figuras Figura 13 y Figura 14 del Apéndice 4, se presentan los materiales que tuvieron una mayor contribución en la variación a la alza y a la baja del costo de este concepto.

Tabla 18 Sobrecosto de los materiales y factores relacionados al mismo

Causa	Factor	Variación del costo a la alza	Variación del costo a la baja	Sobrecosto por factor
Compra de materiales a un costo menor al presupuestado	Negociación con los proveedores	\$0.00	-\$ 1,679,822.20	-\$1,679,822.20
Cálculo inadecuado de volumen de material requerido en el presupuesto	Imprecisión en la estimación del costo y tiempo	\$ 897,925.38	-\$ 523,285.21	\$ 374,640.17
Materiales reemplazados y utilizados y no incluidos en el presupuesto debido a cambios en las especificaciones durante la ejecución de los trabajos	Cambios frecuentes en el diseño	\$ 467,111.24	-\$ 477,001.35	-\$ 9,890.11
Materiales sustituidos o no incluidos en la estimación del costo por falta de detalles en el proyecto	Carencias y errores en el diseño	\$ 283,250.57	-\$ 22,454.85	\$ 260,795.72
Falta de conocimiento en cuanto a la cantidad de material utilizado	Supervisión y control inadecuados	\$ 113,768.41	\$0.00	\$ 113,768.41
Compra de materiales no incluidos en el presupuesto debido a equivocaciones en la solicitud de los mismos	Errores durante la ejecución del proyecto	\$ 85,387.60	\$0.00	\$ 85,387.60
Compra de materiales a un costo mayor al presupuestado	Fluctuación en los precios de los materiales	\$ 120,318.64	\$0.00	\$ 120,318.64
Retrabajos por incumplimiento de los estándares de calidad	Retrabajos	\$ 80,574.94	\$0.00	\$ 80,574.94
Diferencia entre el método de estimación y el método de control	Método de estimación de costos inadecuado	\$0.00	-\$ 90,917.09	-\$ 90,917.09
	Otros	\$ 367,412.72	-\$ 521,532.96	-\$ 154,120.24
Total		\$ 2,415,749.50	-\$ 3,315,013.67	-\$ 899,264.16

En la Tabla 19 se presentan las causas y los factores que contribuyeron al sobrecosto en el concepto de herramientas. El factor “Método de estimación de costos

inadecuado” tuvo una variación a la baja de -\$87,223.37, monto que contrarrestó la variación del costo a la alza debido al factor “Fluctuación del costo de la maquinaria”, el cual fue consecuencia de la renta de herramientas, en este caso andamios, a un costo mayor al presupuestado. Debido a esto, el resultado de la variación del costo en este concepto fue a la baja, es decir que, al final no se presentó un sobrecosto en las herramientas. En la Figura 16 del Apéndice 4 se presenta el monto de los sobrecostos atribuido a la herramienta menor, andamios y equipo de seguridad y señalamiento.

Tabla 19 Sobrecosto de las herramientas y factores relacionados al mismo

Causa	Factor	Variación del costo a la alza	Variación del costo a la baja	Sobrecosto por factor
Imprecisión en el cálculo del costo en las herramientas debido al método de estimación	Método de estimación de costos inadecuado	\$0.00	-\$ 87,223.37	-\$ 87,223.37
Renta de herramientas con un costo mayor al presupuestado	Fluctuación en el costo de la maquinaria	\$ 46,856.09	\$0.00	\$ 46,856.09
Total		\$ 46,856.09	-\$ 87,223.37	-\$40,367.29

En la Tabla 20 se muestran las causas y los factores que contribuyeron la variación del costo del equipo, así como las cantidades a la alza y a la baja y el resultado del sobrecosto atribuible a cada factor. En este caso, se obtuvo un sobrecosto en el concepto de equipo debido, principalmente, a los factores “Planeación inadecuada de la construcción”, “Retrabajos” y “Fluctuación en el costo de la maquinaria”. Por otra parte, los factores “Método de estimación de costos inadecuado” e “Imprecisión en la estimación del costo y tiempo” contribuyeron a reducir el sobrecosto del equipo.

En las Figuras Figura 18 y Figura 19 del Apéndice 4 puede consultarse el detalle del equipo que contribuyó en la reducción y en el incremento del costo final del proyecto.

El costo de los subcontratos se redujo -\$1,282,512.76, es decir que no existió sobrecosto a la fecha de corte en este concepto, sin embargo, existieron variaciones tanto a la alza como a la baja en algunos de los subcontratos. Las causas y los factores relacionados a esta variación se presentan en la Tabla 21. Se aprecia que, de los tres

factores identificados, el monto atribuible al factor “Negociación con los proveedores” es el de mayor impacto y reduce los montos generados por los factores “Gestión ineficiente del proyecto” y “Fluctuación en el tipo de cambio de divisas”. El detalle de los trabajos subcontratados que contribuyeron al incremento y a la reducción de los costos puede ser consultado en las figuras Figura 21 y Figura 22 del Apéndice 4 respectivamente.

Tabla 20 Sobrecosto del equipo y factores relacionados al mismo

Causa	Factor	Variación del costo a la alza	Variación del costo a la baja	Sobrecosto por factor
Utilización de maquinaria en otros trabajos no considerados en el presupuesto	Planeación inadecuada de la construcción	\$202,961.33	\$0.00	\$202,961.33
Retrabajos por incumplimiento de los estándares de calidad	Retrabajos	\$182,899.50	\$0.00	\$182,899.50
Renta de maquinaria con un costo mayor al presupuestado	Fluctuación en el costo de la maquinaria	\$108,507.85	\$0.00	\$108,507.85
Deficiencias en la administración de los contratos	Gestión ineficiente del proyecto	\$84,795.43	\$0.00	\$84,795.43
Variación de la cantidad requerida de la maquinaria debido a la manera de estimación del costo	Método de estimación de costos inadecuado	\$0.00	-\$78,035.53	-\$78,035.53
Variación en el tiempo requerido de la maquinaria debido a la imprecisión en el cálculo del tiempo y costo	Imprecisión en la estimación de costo y tiempo	\$34,364.79	-\$89,484.79	-\$55,120.00
Incremento en el tiempo de la renta de la maquinaria debido a retrasos en la toma de decisiones	Retraso en la toma de decisiones	\$14,799.00	\$0.00	\$14,799.00
Bajo rendimiento de la maquinaria	Baja productividad del trabajo	\$2,463.52	\$0.00	\$2,463.52
	Otros	\$150,980.87	-\$27,795.68	\$123,185.19
Total		\$781,772.29	-\$195,316.00	\$586,456.29

Tabla 21 Sobrecosto de los subcontratos y factores relacionados al mismo

Causa	Factor	Variación del costo a la alza	Variación del costos a la baja	Sobrecosto por factor
Pago de trabajos no realizados	Gestión ineficiente del proyecto	\$ 114,849.89	\$0.00	\$ 114,849.89
Incremento del costo debido a la fluctuación del tipo de cambio	Fluctuación en el tipo de cambio de divisas	\$ 6,952.56	\$0.00	\$ 6,952.56
Costo de los trabajos realizados menor al presupuestado	Negociación con los proveedores	\$0.00	-\$ 1,404,315.21	-\$ 1,404,315.21
Total		\$ 121,802.45	-\$ 1,404,315.21	-\$1,282,512.76

La mano de obra presentó un sobrecosto de \$777,717.63, esta cantidad fue producto de los factores presentados en la Tabla 22, “Baja productividad” fue el factor que tuvo el monto mayor de la variación del costo a la alza y representó más del 50% del sobrecosto de este concepto. “Negociación con los proveedores” y los montos de la variación del costo a la baja generados por otros factores no fueron suficientes para incurrir en una reducción del costo de la mano de obra. En el Apéndice 4 se puede consultar el detalle de la mano de obra por partida que contribuyó al incremento y a la reducción de los costos del proyecto (Figuras Figura 24 y Figura 25)

Tabla 22 Sobrecosto de la mano de obra y factores relacionados al mismo

Causa	Factor	Variación del costos a la alza	Variación del costo a la baja	Sobrecosto por factor
Bajo rendimiento de la mano de obra	Baja productividad del trabajo	\$ 509,895.84	\$0.00	\$509,895.84
Control ineficiente de los pagos realizados	Gestión ineficiente del proyecto	\$189,596.88	-\$ 105,956.33	\$83,640.55
Falta de registro de los trabajos realizados por el personal a sueldo				
Control ineficiente de los trabajos realizados	Supervisión y control inadecuados	\$ 127,779.75	\$0.00	\$ 127,779.75
Costo de la mano de obra menor al presupuestado	Negociación con los proveedores	\$0.00	-\$ 78,368.02	-\$ 78,368.02
Costo de la mano de obra mayor al presupuestado	Fluctuación del costo de la mano de obra	\$ 49,763.38	\$0.00	\$ 49,763.38
	Otros	\$105,242.32	-\$20,236.19	\$85,006.13
Total		\$895,979.95	-\$ 144,324.59	\$777,717.63

Finalmente, el sobrecosto de los indirectos se asoció a las causas y factores descritos en la Tabla 23. “Planeación inadecuada de la construcción” representó el factor con mayor contribución en el incremento del costo indirecto (\$437,480.33), sin embargo, parte importante del sobrecosto fue reducido por el factor “Número de proyectos simultáneos” de la empresa constructora y “Alta tasa de rotación del personal” (-\$274,229.44 y -\$140,480.93 respectivamente). En el Apéndice 4 pueden consultarse los rubros considerados en los costos indirectos que contribuyeron a la variación a la alza y a la baja de los costos (Figuras Figura 27 y Figura 28)

Tabla 23 Sobrecosto de los indirectos y factores relacionados al mismo

Causa	Factor	Variación a la alza	Variación a la baja	Sobrecosto por factor
Pago de viáticos y transporte no considerados en el presupuesto inicial	Planeación inadecuada de la construcción	\$644,457.46	-\$206,977.13	\$ 437,480.33
Consideraciones de costos indirectos inadecuadas debido a que no se realizaron visitas al sitio				
Retrasos en la realización y entrega de trabajos debido a la baja calidad	Retrabajos	\$138,850.00	\$0.00	\$138,850.00
Correcciones y actualizaciones del proyecto ejecutivo	Diseño incompleto en el momento de la licitación	\$109,800.00	\$0.00	\$109,800.00
Retrasos en la realización y entrega de trabajos debido a la demora en la toma de decisiones	Retraso en la toma de decisiones	\$ 96,005.07	\$0.00	\$ 96,005.07
Retrasos en el flujo de información por baja productividad del personal	Baja productividad del trabajo	\$ 21,164.13	\$0.00	\$ 21,164.13
Retrasos en el programa debido a la falta de liquidez	Retraso de pagos por el propietario	\$ 17,887.32	\$0.00	\$ 17,887.32
Incremento en el pago de cuotas obrero patronales debido a la contratación de mano de obra a un costo mayor al presupuestado	Fluctuación del costo de la mano de obra	\$ 11,401.27	\$0.00	\$ 11,401.27
Proceso de estimación diferente al proceso de compras y control	Gestión ineficiente del proyecto	\$0.00	-\$ 79,839.32	-\$ 79,839.32
Variación en las cantidades presupuestadas debido a imprecisión en la estimación	Imprecisión en la estimación de costo y tiempo	\$ 79,788.42	-\$ 110,960.12	-\$ 31,171.70
Renuncias y abandono de trabajo	Alta tasa de rotación de personal	\$0.00	-\$ 140,480.93	-\$ 140,480.93
Variación el costo de los indirectos de oficina central por incremento de número de proyectos simultáneos	Número de proyectos simultáneos	\$0.00	-\$ 274,229.44	-\$ 274,229.44
	Otros	\$ 103,983.32	-\$ 207,218.62	-\$ 103,235.30
	Total	\$1,223,336.98	-\$1,019,705.57	\$ 203,631.41

Los factores que tuvieron una mayor contribución en el incremento y la reducción del sobrecosto de cada concepto se presentan en las Figuras Figura 15, Figura 17, Figura 20, Figura 23, Figura 26 y Figura 29 del Apéndice 4Apéndice .

4.4 IMPACTO DE LOS FACTORES QUE CONTRUBUYERON AL SOBRECOSTO ATRIBUIBLE AL DESEMPEÑO ECONÓMICO DEL PROYECTO

Los importes de las variaciones totales a la alta y a la baja de cada uno de los factores del apartado anterior se presentan en la Tabla 24 **Factores identificados y su impacto en la variación del costo atribuible al desempeño económico del proyecto**. Dichos importes se obtuvieron mediante la sumatoria de los montos establecidos por factor en cada uno de los conceptos que conforman el costo del proyecto. En la misma tabla se muestra el monto total del sobrecosto por cada factor, así como el impacto que tiene cada uno en el sobrecosto atribuible al desempeño económico del proyecto presentado en la Tabla 17 (-\$654,338.85). Los signos negativos y positivos que se obtuvieron en el impacto de cada factor indican si el factor contribuyó en la reducción o en el incremento del sobrecosto respectivamente.

“Negociación con los proveedores” fue el factor que redujo los costos y contribuyó a que el la variación del costo atribuible al desempeño económico del proyecto fuera a la baja y no se incurriera en sobrecosto, en total aportó un monto de -\$3,162,505.43, este monto representó el 483.31% del sobrecosto calculado. Sin embargo, los tres factores con mayor impacto en la variación a la alza fueron “Planeación inadecuada de la construcción”, “Baja productividad del trabajo” y “Retrabajos”.

Si bien, el sobrecosto atribuible al desempeño económico del proyecto redujo el sobrecosto generado por los volúmenes excedentes y conceptos extraordinarios no incluidos en el presupuesto original, se aprecia en la Tabla 24 **Factores identificados y su impacto en la variación del costo atribuible al desempeño económico del proyecto** que existe una importante variación tanto a la alza como a la baja por cada

uno de los factores. Se identificaron aquellos que tienen el mayor impacto en la misma (Figura 6)

Tabla 24 Factores identificados y su impacto en la variación del costo atribuible al desempeño económico del proyecto

Factor	Variación a la alza	Variación a la baja	Sobrecosto atribuible al desempeño económico del proyecto	Impacto en el sobrecosto atribuible al desempeño económico del proyecto
Negociación con los proveedores	\$0.00	-\$3,162,505.43	-\$3,162,505.43	483.31%
Planeación inadecuada de la construcción	\$847,418.79	-\$206,977.13	\$640,441.66	-97.88%
Baja productividad del trabajo	\$533,523.49	\$0.00	\$533,523.49	-81.54%
Retrabajos	\$402,324.44	\$0.00	\$402,324.44	-61.49%
Imprecisión en la estimación del costo y tiempo	\$1,012,078.59	-\$723,730.12	\$288,348.47	-44.07%
Número de proyectos simultáneos	\$0.00	-\$274,229.44	-\$274,229.44	41.91%
Carencias y errores en el diseño	\$283,250.57	-\$22,454.85	\$260,795.72	-39.86%
Método de estimación de costos inadecuado	\$0.00	-\$256,175.99	-\$256,175.99	39.15%
Supervisión y control inadecuados	\$241,548.16	\$0.00	\$241,548.16	-36.91%
Gestión ineficiente del proyecto	\$389,242.20	-\$185,795.65	\$203,446.55	-31.09%
Fluctuación en el costo de la maquinaria	\$155,363.94	\$0.00	\$155,363.94	-23.74%
Alta tasa de rotación de personal	\$0.00	-\$140,480.93	-\$140,480.93	21.47%
Fluctuación en los precios de los materiales	\$120,318.64	\$0.00	\$120,318.64	-18.39%
Retraso en la toma de decisiones	\$110,804.07	\$0.00	\$110,804.07	-16.93%
Diseño incompleto al momento de la licitación	\$109,800.00	\$0.00	\$109,800.00	-16.78%
Errores durante la ejecución del proyecto	\$85,387.60	\$0.00	\$85,387.60	-13.05%
Fluctuación del costo de la mano de obra	\$61,164.65	\$0.00	\$61,164.65	-9.35%
Otros	\$727,619.23	-\$776,783.45	-\$49,164.22	7.51%
Retraso de pagos por el propietario	\$17,887.32	\$0.00	\$17,887.32	-2.73%

Factor	Variación a la alza	Variación a la baja	Sobrecosto atribuible al desempeño económico del proyecto	Impacto en el sobrecosto atribuible al desempeño económico del proyecto
Cambios frecuentes en el diseño	\$467,111.24	-\$477,001.35	-\$9,890.11	1.51%
Fluctuación en el tipo de cambio de divisas	\$6,952.56	\$0.00	\$6,952.56	-1.06%
TOTAL	\$5,571,795.49	-\$6,226,134.34	-\$654,338.85	100%

En la Figura 6 se presentan los factores con mayor impacto en el sobrecosto atribuible al desempeño económico del proyecto, además se representa con colores la parte de dicha variación que corresponde a los conceptos en los que se presentó cada factor. De los ocho factores presentados en la Figura 6, los que tienen impacto en la reducción del costo del proyecto son “Negociación con los proveedores”, “Número de proyectos simultáneos” y “Método de estimación de costos inadecuados”.

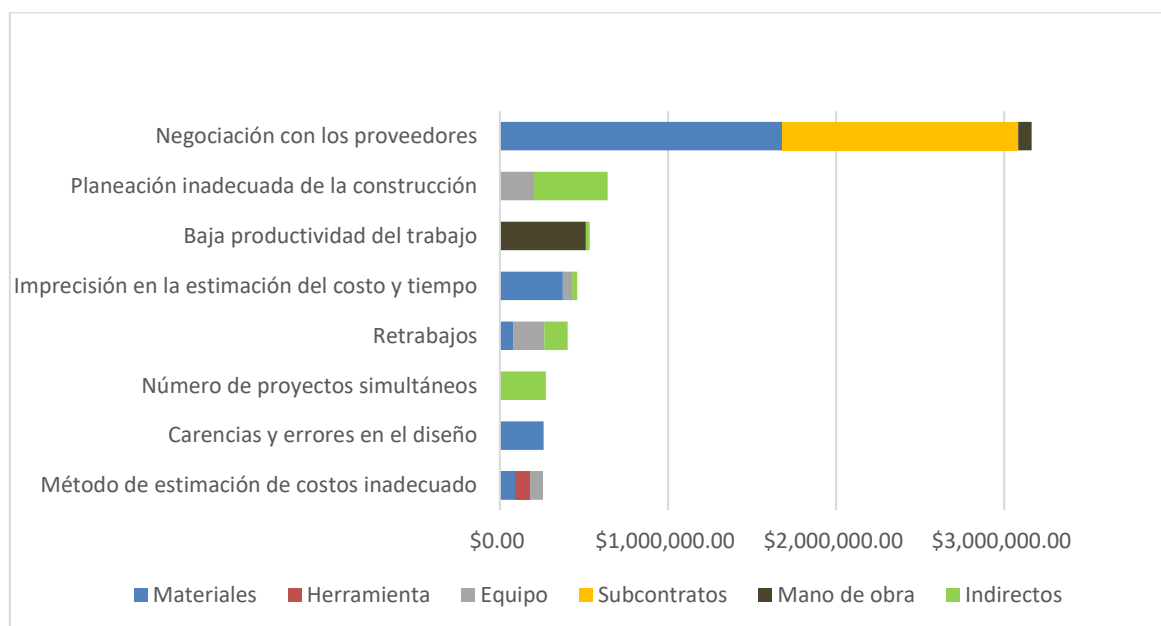


Figura 6 Factores con mayor impacto en la variación del costo y los conceptos que los conforman

Se aprecia que el mayor importe en la variación está dado por el factor “Negociación con los proveedores” tanto en materiales como en subcontratos, en este caso la variación total generada por este factor fue a la baja. Por otra parte, el factor que representa el mayor importe que incrementa el costo del proyecto es “Planeación

inadecuada de la construcción”, éste afectó a los costos del equipo y en mayor medida a los costos indirectos.

Los factores “Baja productividad del trabajo” e “Imprecisión en la estimación del costo y tiempo”, también generaron una variación significativa en el costo y afectaron en mayor grado a la mano de obra y a los materiales respectivamente. Por otra parte, el factor “Retrabajos” contribuyó mayormente a la variación en el costo del equipo y los indirectos, mientras que, el factor “Carencias y errores en el diseño” solo afectó al costo de los materiales.

Finalmente, el factor “Número de proyectos simultáneos” redujo el costo del proyecto al minimizar los costos indirectos, de igual forma, el factor “Método de estimación de costos inadecuado” propició la reducción de los costos de algunos materiales, herramientas y equipo.

CAPÍTULO 5 DISCUSIÓN DE RESULTADOS

5.1 VARIACIÓN DEL COSTO DEL PROYECTO

De acuerdo a la definición de sobre costo establecida en el apartado 2.1 , el sobre costo de la primera asignación del proyecto fue de \$4,584,148.27 (**Tabla 14**), sin embargo, como se ha mencionado anteriormente, parte importante del sobre costo se debió a los trabajos realizados que no estaban incluidos en el presupuesto original cuyo monto fue \$5,238,487.13 (**Tabla 17**), se obtuvo entonces que el sobre costo atribuible al desempeño económico del proyecto fue de -\$654,338.85 (**Tabla 17**), lo cual significa que el sobre costo fue reducido por los factores mencionados en el capítulo anterior.

No obstante, durante el análisis se observó que los factores que contribuyen al sobre costo presentan variaciones significativas a la alza y a la baja del costo del proyecto, estas variaciones no se aprecian al hacer el cálculo del sobre costo de cada factor, por esta razón, se realizó el siguiente análisis con el fin de identificar los factores con mayor impacto en la variación total del costo.

En la Tabla 25 se muestran los montos de la variación a la alza y a la baja del costo por cada factor, la variación total resultado de la suma de los valores absolutos de dichos montos y el impacto de cada factor en la variación total.

En la Figura 7 se presentan los factores cuyo impacto representa el 80% de la variación total del costo del proyecto. Se puede observar que los tres factores que tienen un mayor impacto en la variación total del costo son:

- Negociación con los proveedores
- Cambios frecuentes en el diseño
- Retrasos en el programa

Tabla 25 Factores que contribuyen a la variación de los costos y su impacto en la variación total

Factor	Variación del costo a la alza	Variación del costo a la baja	Variación total	Impacto en la variación total
Negociación con los proveedores	\$0.00	-\$3,162,505.43	\$3,162,505.43	18.56%
Cambios frecuentes en el diseño	\$1,996,750.71	-\$477,001.35	\$2,473,752.06	14.52%
Retrasos en el programa	\$2,323,708.70	\$0.00	\$2,323,708.70	13.64%
Imprecisión en la estimación del costo y tiempo	\$1,520,814.36	-\$723,730.12	\$2,244,544.48	13.17%
Otros	\$727,619.23	-\$776,783.45	\$1,504,402.68	8.83%
Planeación inadecuada de la construcción	\$847,418.79	-\$206,977.13	\$1,054,395.92	6.19%
Carencias y errores en el diseño	\$933,649.18	-\$22,454.85	\$956,104.03	5.61%
Gestión ineficiente del proyecto	\$389,242.20	-\$185,795.65	\$575,037.85	3.38%
Baja productividad del trabajo	\$533,523.49	\$0.00	\$533,523.49	3.13%
Retrabajos	\$416,784.93	\$0.00	\$416,784.93	2.45%
Diseño incompleto al momento de la licitación	\$321,344.08	\$0.00	\$321,344.08	1.89%
Número de proyectos simultáneos	\$0.00	-\$274,229.44	\$274,229.44	1.61%
Método de estimación de costos inadecuado	\$0.00	-\$256,175.99	\$256,175.99	1.50%
Supervisión y control inadecuados	\$241,548.16	\$0.00	\$241,548.16	1.42%
Fluctuación en el costo de la maquinaria	\$155,363.94	\$0.00	\$155,363.94	0.91%
Alta tasa de rotación de personal	\$0.00	-\$140,480.93	\$140,480.93	0.82%
Fluctuación en los precios de los materiales	\$120,318.64	\$0.00	\$120,318.64	0.71%
Retraso en la toma de decisiones	\$110,804.07	\$0.00	\$110,804.07	0.65%
Errores durante la ejecución del proyecto	\$85,387.60	\$0.00	\$85,387.60	0.50%
Fluctuación del costo de la mano de obra	\$61,164.65	\$0.00	\$61,164.65	0.36%
Retraso de pagos por el propietario	\$17,887.32	\$0.00	\$17,887.32	0.10%
Fluctuación en el tipo de cambio de divisas	\$6,952.56	\$0.00	\$6,952.56	0.04%
Total	\$10,810,282.62	-\$6,226,134.34	\$17,036,416.95	100%

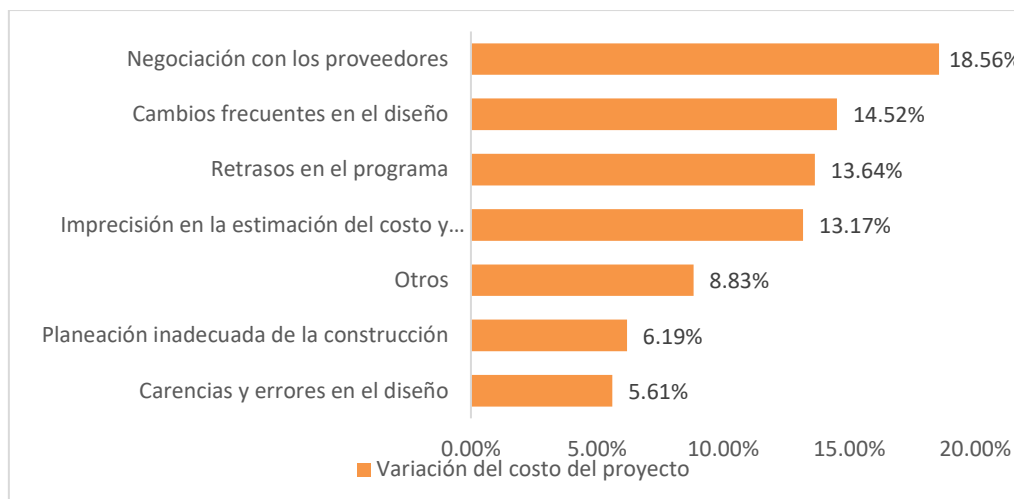


Figura 7 Principales factores causantes de la variación de los costos del proyecto

En comparación con los resultados presentados en la Figura 5, se puede observar que en ambos casos, el factor “Negociación con los proveedores” tiene el mayor impacto tanto en el sobrecosto como en la variación total del costo, sin embargo, el impacto en el sobrecosto del factor “Cambios frecuentes en el diseño” es menor al presentado en la variación total, caso contrario al impacto del factor “Retrasos en el programa”, el cual tiene un impacto mayor en el sobrecosto (Figura 8). El factor “Negociación con los proveedores” minimiza el costo del proyecto mientras que los otros dos factores mencionados lo incrementan al tener una la variación significativa del costo a la alza.

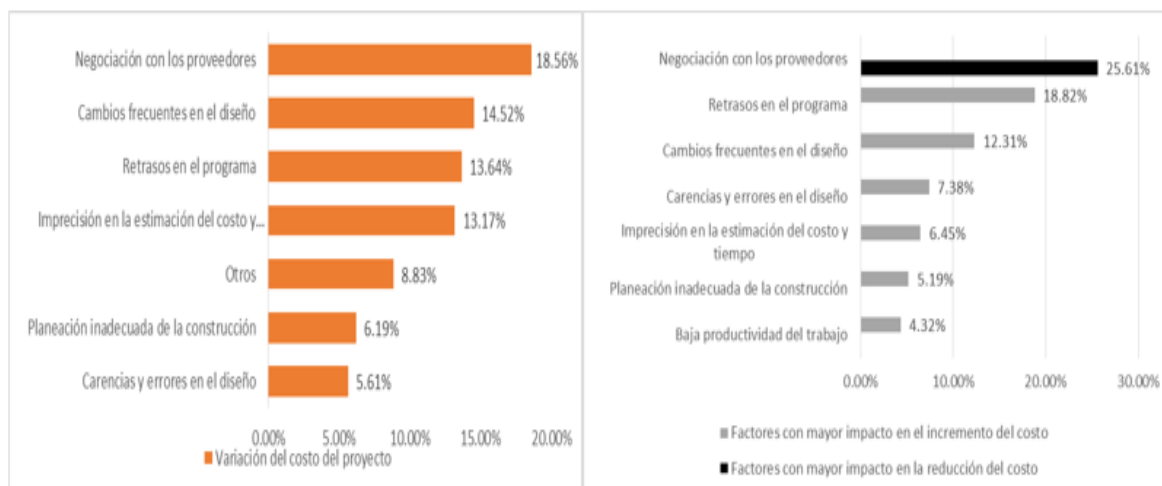


Figura 8 Comparación entre los factores con mayor impacto en la variación del costo y los factores con mayor impacto en el sobrecosto

El factor “Negociación con los proveedores”, que se refiere a la obtención de insumos con un costo menor al estipulado en el presupuesto, es una práctica común en la industria de la construcción ya que permite al constructor reducir sus costos de producción incrementando así su competitividad, sin embargo, es importante cuidar la calidad de dichos insumos ya que de lo contrario podrían generarse sobrecostos debido a la baja calidad de los mismos. El aspecto negativo de esta práctica recae en la baja precisión al momento de elaborar la propuesta de costos, es posible que el constructor se valga de este factor para minimizar el sobrecosto ocasionado por las deficiencias en la estimación del costo y tiempo.

Durante la recolección y análisis de datos pudo observarse que los cambios frecuentes en el diseño afectan significativamente la planeación del proyecto ya que tienen como consecuencia variaciones en los trabajos a realizar y en los recursos requeridos para ello, además generan retrabajos y retrasos en el programa. Un monto de -\$477,001.35 es la variación del costo a la baja presentada por el factor “Cambios frecuentes en el diseño” en la Tabla 25; en su mayoría, se compone de aquellos trabajos no realizados o insumos que dejaron de utilizarse debido al cambio en el diseño o en las especificaciones, sin embargo se cuantificó el costo de los trabajos e insumos que los reemplazaron dando como resultado la variación del costo a la alza presentada en la misma tabla (\$1,996,750.71). Se puede decir que los cambios frecuentes en el diseño incrementaron en un 33.15% los costos previstos (Tabla 16).

El sobrecosto derivado de los retrasos en el programa se compone en su mayoría de costos indirectos, ya que éstos son los que presentan una mayor afectación como consecuencia de este retraso. Las causas no se analizaron a detalle debido a que los registros que se llevan en el sitio de la obra no permitieron un análisis más profundo y preciso de este tema, sin embargo existen factores relacionados al retraso en el programa cuyo impacto en el sobrecosto pudo ser identificado, algunos de estos factores son:

- Cambios frecuentes en el diseño
- Retraso en la toma de decisiones
- Diseño incompleto al momento de la licitación
- Retraso de pagos por el propietario

- Baja productividad del trabajo

Por otra parte, el factor “Imprecisión en la estimación del costo y tiempo”, tuvo un impacto mayor en la variación total del costo (13.17%) en comparación al presentado en el sobrecosto que fue de 6.45% (Figura 8). Esta diferencia se debe a que la variación del costo a la baja generada por dicho factor reduce el sobrecosto, sin embargo, el porcentaje que representa en la variación del costo es un indicio de que el presupuesto no se realiza con el cuidado que se requiere.

Con el factor “Planeación inadecuada de la construcción” ocurre lo mismo, su impacto en la variación total del costo (6.19%) es mayor al presentado en el sobrecosto (5.19%). La imprecisión en la estimación del costo y tiempo al igual que la falta de una planeación adecuada se perciben como consecuencia del desconocimiento del proyecto debido al poco tiempo que se tuvo para presentar la propuesta de costos, al no contar con un proyecto completo al momento de la licitación y a la falta de visitas al sitio de la obra antes de elaborar el presupuesto.

El factor “Carencias y errores en el diseño” presenta un comportamiento contrario al factor discutido en el párrafo anterior, el impacto en la variación del costo fue de 5.61%, sin embargo generó un incremento del 7.38% en el costo del proyecto. Las carencias y errores en el diseño tuvieron como consecuencia parte de la imprecisión en el cálculo de los costos ya que la información no se presentó de manera clara impidiendo un correcto entendimiento del proyecto. Es importante contar con herramientas que permitan identificar y minimizar los errores y las incongruencias del diseño antes de ser entregado a la persona encargada de estimar el costo del proyecto.

Si bien, el factor “Baja productividad del trabajo” no fue significativo en la variación de los costos ya que, el impacto que presentó fue de 3.13%, se situó entre los siete factores principales que contribuyeron al sobrecosto al representar un 4.32% en el mismo. La baja productividad de los empleados se ve reflejada en el incremento del costo directo e indirecto del proyecto. Este incremento del costo se debió a una organización y supervisión deficientes de la mano de obra y a los retrasos en el flujo de información por parte del personal técnico. Estas deficiencias y retrasos fueron producto de una elevada carga de trabajo del personal, conforme el proyecto avanzó,

fue notoria la necesidad de contratar personal con el fin de que se cubrieran las tareas a realizar, sin embargo no todo el personal contratado contaba con la experiencia requerida en el proyecto por lo que se presentaron problemas en el flujo de información.

CAPÍTULO 6 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Los principales factores que contribuyeron al sobrecosto del proyecto del caso de estudio en el estado de Yucatán fueron:

- Retrasos en el programa (18.82%)
- Cambios frecuentes en el diseño (12.31%)
- Carencias y errores en el diseño (7.38%)
- Imprecisión en la estimación del costo y tiempo (6.45%)
- Planeación inadecuada de la construcción (5.19%)
- Baja productividad del trabajo (4.32%)

Por otra parte, el factor que minimizó el sobrecosto en el proyecto fue:

- Negociación con los proveedores (25.61%)

La percepción de los constructores del estado de Yucatán coincidió con los resultados obtenidos en la investigación al afirmar que entre los factores que contribuyen al sobrecosto en la mayoría de los proyectos de construcción en Yucatán se encuentran:

- Retrasos en el programa
- Carencias y errores en el diseño
- Imprecisión en la estimación de costo y tiempo
- Planeación inadecuada de la construcción
- Baja productividad del trabajo

Las deficiencias del sistema de control de costos, tales como la falta de registro de avance del proyecto, de materiales consumidos, y de los trabajos realizados por el personal de campo, así como la falta de un departamento especializado en el control del proyecto, dificulta la identificación de los factores que afectan los costos de construcción impidiendo la implementación de un plan de acción correctivo y tomar decisiones oportunas para mejorar el desempeño de la empresa constructora. Se recomienda establecer un sistema de control de los costos previo a la ejecución de los proyectos con el fin de facilitar la identificación de los factores que causan variaciones en el costo del proyecto.

Los factores identificados en este análisis proporcionan información acerca de las variaciones del costo a la fecha de corte, sin embargo, el panorama completo se obtendría al realizar este análisis una vez concluido el proyecto.

REFERENCIAS

Abdul, I., Hameed, A., & Tarmizi, A. (2013). Significant factor causing cost overruns in large construction projects in Malaysia. *Journal of Applied Sciences*, 286-293.

Abdullah Al-Juwairah, Y. (1997). *Factors Affecting Construction Costs In Saudi Arabia* Master Thesis. Saudi Arabia: Faculty of the college of graduate studies King Fahd University of petroleum and minerals.

Azhar, N., Farooqui, R., & Ahmed, S. (2008). *Cost Overrun Factors In Construction Industry of Pakistan*. Proceedings of the First International Conference on Construction in Developing Countries, (págs. 499-508). Pakistan.

Cámara Mexicana de la Industria de la Construcción. (2014). *Valor de la Producción de la Encuesta Nacional de Empresas Constructoras*. México D. F.: Gerencia de economía y financiamiento.

Castillo Tufiño, J. L. (2002). *Máximas de costos en la construcción*. Guía de consejos no escritos. México D.F.: Trillas.

Centro de Investigación en Matemáticas A. C. (26 de Agosto de 2015). CIMAT. Obtenido de CIMAT: <http://www.cimat.mx/es/content/cimat-establece-una-unidad-%C3%A1nea-en-m%C3%A9rida-yucat%C3%A1n>

Consuegra, J. G. (2007). *Presupuestos de construcción*. Bogotá: Bahandar Editores.

Cordero, D. (28 de Junio de 2013). *Union Yucatán*. Recuperado el 10 de Noviembre de 2014, de Union Yucatán: <http://www.unionyucatan.mx/articulo/2013/07/28/economia/merida/industria-de-la-construccion-eje-de-economia-yucateca>

Del Pico, W. J. (2013). *Project Control. Integrating Cost and Schedule in Construction*. New Jersey, United States of America: John Wiley & Sons, Inc.

Flyvbjerg, B., Holm, M., & Buhl, S. (2003). How common and how large are cost overruns in transport infrastructure projects? *Transport Rev*(23), 71-88.

González F., J., & Domínguez L., J. (1998). Sistema Integral Automatizado de Control de Costos de Construcción para Empresas Medianas. *Revista Ingeniería de Construcción*(18), 16-32.

Halpin, D. W. (1991). *Conceptos Financieros y de Costos en la Industria de la Construcción*. México: Limusa.

Halpin, D. W., & Woodhead, R. W. (1998). *Construction Management*. United States of America, United States of America: John Wiley & Sons, Inc.

Hameed Memon, A., Abdul Rahman, I., & Abdul Azis, A. A. (2011). Preliminary Study on Causative Factors Leading to Construction Cost Overrun. *International Journal of Sustainable Construction Engineering and Technology*, 57-71.

Hernández, R., Fernández, C., & Pilar, B. (2002). *Metodología de la Investigación* (Cuarta edición ed.). México: McGraw Hill.

Kadir, A., Lee, W., Jaafar, M., Sapuan, S., & Ali, A. (2003). Factors affecting construction labour productivity for Malaysian residential projects. *Emerald*, 42-54.

Mahamid, I., & Dmaid, N. (2013). Risk Leading To Cost Overrun In Building Construction From Consultant's Perspective. *Organization, Technology and Management in Construction. An International Journal*, 860-873.

Mendenhall, W., Beaver, R., & Beaver, B. (2010). *Introducción a la probabilidad y estadística* (13 ed.). México: Cengage Learning, Inc.

Pérez López, P. A. (2012). *Propuesta metodológica para realizar el control de costos directos de construcción en proyectos inmobiliarios*. Tesis de maestría. Medellín: Universidad EAFIT.

Polat, G., Okay, F., & Eray, E. (2014). Factors Affecting Cost Overruns In Micro-Scaled Construction Companies. *Procedia Engineering* 85, 428-435.

Solís Carcaño, R., Martínez Delgadillo, J., & González Fajardo, J. A. (2009). Estudio de caso: demoras en la construcción de un proyecto en México. *Ingeniería. Revista Académica de la Facultad de Ingeniería*, 41-48.

Suárez Salazar, C. (2006). *Costo y Tiempo en Edificación*. México: Limusa.

APÉNDICE 1

Cuestionario

Objetivo

El objetivo de este cuestionario es determinar, de acuerdo a la percepción del contexto general de los constructores, los principales factores que contribuyen al sobrecosto de los proyectos de construcción en Yucatán. Es parte de una tesis de maestría de la Universidad Autónoma de Yucatán.

Diseño

Este cuestionario consta de dos secciones:

Sección 1: Información acerca del constructor

Sección 2: Factores que contribuyen al sobrecosto de los proyectos de construcción

Sección 1

Información acerca del entrevistado y su perfil

Esta sección contiene preguntas acerca del constructor y su experiencia.

Nombre (opcional): _____

Nombre de la empresa en la que labora: _____

Años de experiencia en la construcción: _____

Puesto que desempeña: _____

Tabla 26 Descripción de factores que contribuyen al sobrecosto de un proyecto de construcción y causas asociadas a los mismos

No	Factores que afectan los costos de construcción	Descripción
1	Fluctuación del costo de la mano de obra	Variación a la alza en el costo de la mano de obra con referencia a lo presupuestado. La causa asociada a este factor es la contratación de mano de obra con un costo mayor al presupuestado.
2	Escasez de personal técnico (mano de obra calificada)	Falta de mano de obra calificada para realizar los trabajos necesarios, causando una reducción en la productividad y un aumento en los costos directos o indirectos. Las causas asociadas a este factor son los retrasos en el programa de obra debido a la baja productividad al contratar personal no calificado.
3	Baja productividad del trabajo	Baja productividad de la mano de obra por deficiencias en la organización del trabajo y que ocasionan aumento del costo directo o indirecto. Las causas que se relacionan con este factor son los retrasos en el programa de obra debido a una mala organización y deficiencias en la supervisión de la ejecución de los trabajos.
4	Fluctuación del costo de la maquinaria	Variación a la alza en el costo de los cargos de maquinaria debido a fluctuación en los precios o a una productividad menor a la planeada. Las causas asociadas son la renta o compra de maquinaria con un costo mayor al estimado, el rendimiento de la maquinaria menor al estimado debido a las condiciones en las que se encontraba la maquinaria.
5	Costo elevado del mantenimiento de la maquinaria	Variación a la alza en el costo de mantenimiento de maquinaria con referencia a lo presupuestado. Las causas relacionadas a este factor son la renta de maquinaria en mal estado que requiera un mantenimiento con costo elevado, tarifas de mantenimiento mayores a las presupuestadas, se requieren mantenimientos no considerados en el presupuesto debido a la renta de maquinaria no adecuada a las condiciones del sitio o manejo inadecuado de la misma.
6	Fluctuación en los precios de los materiales	Variación a la alza en el costo de los materiales en el mercado con referencia a lo presupuestado. Se asocian a este factor las siguientes causas: compra de materiales con un costo mayor al presupuestado debido a un incremento en su valor de mercado o a los impuestos.

No	Factores que afectan los costos de construcción	Descripción
7	Desperdicio de materiales	Desperdicio por mala utilización de los materiales lo que ocasiona un menor rendimiento y un incremento en el volumen de compra de los mismos, aumentando el costo directo del proyecto. La causa que se asocia a este factor es la compra de un volumen mayor de materiales debido al bajo rendimiento por desperdicio.
8	Robo de materiales	Se refiere a la pérdida de material por robo, la causa relacionada es la adquisición de un volumen de material mayor al presupuestado incrementando el costo directo del proyecto.
9	Prácticas fraudulentas y sobornos	Acciones realizadas en el medio que deriven en el ofrecimiento de cantidades monetarias a cambio de un beneficio, las causas que se asocian a este factor son el pago de conceptos o volúmenes adicionales inexistentes o no ejecutados y el pago de diezmos a funcionarios para que éstos favorezcan a la empresa en la adjudicación del proyecto.
10	Costo elevado de financiamiento, fianzas y pagos	Alza del costo del financiamiento, las fianzas y los pagos de derecho respecto a lo presupuestado. Las causas relacionadas son reducción de la utilidad debido a los retrasos en el programa de obra y/o en los pagos por parte del cliente generando la necesidad de prolongar el tiempo de financiamiento rebasando el presupuesto.
11	Altas tasas de interés por parte de los bancos	Variación a la alza con referencia al costo presupuestado que genera la alta tasa de interés aplicada a los préstamos emitidos por las instituciones bancarias. La causa que se asocia a este factor es la adquisición de un financiamiento con una tasa mayor a la presupuestada.
12	Costo elevado de los seguros	Alza en el costo de los seguros que deben contratarse para la ejecución del proyecto respecto al costo presupuestado, la causa relacionada a este factor es la contratación de seguros con un costo mayor al estimado.
13	Fluctuación en el tipo de cambio de divisas	Variación a la alza en el tipo de cambio de divisas con respecto al presupuesto lo que puede afectar el costo directo e indirecto del proyecto. El alza en el costo de los subcontratos, la mano de obra, maquinaria, materiales, equipos y todos los costos relacionados con el proyecto debido a que se cotizaron en otro tipo de divisas es la causa asociada a este factor.
14	Alta tasa de inflación	Rápido aumento porcentual de los precios de los bienes y servicios que puede afectar el costo directo e indirecto del proyecto. Como causa relacionada a este factor se encuentra el incremento en el costo de materiales, mano de obra, subcontratos, indirectos,

No	Factores que afectan los costos de construcción	Descripción
		etcétera, debido a que la tasa de inflación fue mayor a la esperada.
15	Retraso de pagos por el propietario	Incumplimiento del pago por parte del cliente o dueño de acuerdo a las fechas programadas y al avance del proyecto que impide el avance de los trabajos. Las causas relacionadas son los retrasos en el proyecto y el aumento en los costos indirectos del mismo debido a este incumplimiento.
16	Falta de coordinación entre las partes interesadas	Problemas ocasionados por la falta de relación y sincronía entre los las partes involucradas (dueño, diseñador, constructor, proveedores, etcétera) en el proyecto afectando procesos, procedimientos, actividades y tareas que reducen la eficiencia en su ejecución. Los errores durante la estimación del costo y la ejecución del proyecto que generan retrabajos y retrasos debido a esta falta de coordinación son las causas asociadas a este factor.
17	Falta de experiencia previa de la empresa contratista	Se refiere a la falta de experiencia de la empresa contratista en el área y la causa asociada es la ineficiencia en los procesos que afecta los costos directos e indirectos del proyecto.
18	Número y nivel de los competidores	Cantidad de competidores y capacidad de los mismos al momento de participar en una licitación lo que influye en la propuesta de costo y obliga a las empresas a reducir sus márgenes de costos indirectos y utilidades con el fin de adjudicarse un contrato aunque su propuesta no resulte solvente. La causa que se asocia a este factor es el incremento de los costos indirectos del proyecto debido a que los estipulados en el presupuesto son menores a los costos indirectos reales de la empresa.
19	Falta de comunicación entre las partes interesadas	Proceso de transmisión de información ineficiente, las causas asociadas son los errores y demoras en el proyecto que elevan los costos directos e indirectos del mismo debido a esta deficiencia en la comunicación.
20	Trabajos adicionales no incluidos en el contrato	Trabajos necesarios para llevar a cabo el proyecto que fueron omitidos en el contrato y que aumentan el costo presupuestado del proyecto.
21	Método de estimación de costos inadecuado	Método de estimación de costos inadecuado al tipo de contrato y tipo de proyecto a realizar que resulta en un presupuesto con deficiencias.

No	Factores que afectan los costos de construcción	Descripción
22	Planeación inadecuada de la construcción	Ineficiencia en la planeación de actividades que se requieren para la ejecución del proyecto, por ejemplo la falta o deficiencia de programas (compras, suministros, ejecución, etc.), falta de coordinación entre las cuadrillas, utilización inadecuada del sitio del proyecto (zonas de almacenamiento, accesos a la obra, vigilancia, medidas de seguridad) entre otros. Las causas asociadas son retrasos, desperdicios, baja productividad, etcétera, que incrementan los costos directos e indirectos del proyecto
23	Imprecisión en la estimación de costo y tiempo	Estimación del tiempo y costo ineficiente debido a falta de información sobre el proyecto o a errores en el proceso de estimación lo que incurre en un presupuesto con poca precisión. La causa asociada es el retraso en el programa y alza de los costos indirectos, de mano de obra, de materiales y maquinaria debido a omisiones y cálculo inadecuado de los rendimientos.
24	Gestión ineficiente del proyecto	Deficiencia en el proceso de administración y control de los recursos del proyecto lo cual no permite contar con la información precisa acerca del estado del proyecto afectando el proceso de toma de decisiones
25	Retrabajos	Trabajos realizados más de una vez para revertir una inconformidad afectando los costos directos e indirectos. La causa asociada es el alza de los costos directos e indirectos por retrasos en el programa debido a los retrabajos que se deriven de la falta de calidad.
26	Retraso del pago a proveedores/subcontratistas	Incumplimiento en las fechas de pago a proveedores y subcontratistas. Las causas que se asocian a este factor son retraso en el proyecto o un incremento en el costo de los productos o servicios debido al pago de interés o sanciones afectando los costos directos e indirectos del proyecto.
27	Supervisión y control inadecuados	Falta de supervisión y control del proyecto durante su ejecución pudiendo generar errores debido a la ineficiencia la gestión de la información y los recursos, falta de verificación de la calidad del producto e inadecuado proceso de toma de decisiones generando incrementos en los costos directos e indirectos del proyecto

No	Factores que afectan los costos de construcción	Descripción
28	Errores durante la ejecución del proyecto	Ejecución inadecuada del proyecto debido a ineficiencias en la comunicación, supervisión, interpretación de los planos y especificaciones y falta de personal capacitado lo que incrementa el costo directo e indirecto del proyecto.
29	Retrasos en el programa	Incumplimiento del avance de acuerdo al programa establecido debido a diversos factores como son baja productividad, mala coordinación, falta de información, falta de material, proveedores incumplidos, entre otros; provocando un aumento en los costos indirectos del proyecto
30	Retraso en la toma de decisiones	Ineficiencia en la toma de decisiones debido a la falta de información, el tiempo de autorización es muy largo, se requiere demasiada burocracia para el proceso, entre otros. Lo anterior puede generar retrasos, errores, retrabajos, entre otros problemas, en la ejecución del proyecto y son las causas asociadas a este factor.
31	Sanciones por atraso	Sanciones monetarias aplicadas a la empresa contratista debido al incumplimiento del tiempo de entrega del proyecto, incrementando el costo indirecto del mismo. Las causas relacionadas son el incremento del costo de financiamiento debido a la retención de pagos y las multas aplicadas a la empresa constructora.
32	Cambios frecuentes en el diseño	Cambios en el diseño que ocurren después de la etapa de planeación o durante la etapa de ejecución afectando el tiempo establecido y los costos directos e indirectos del proyecto. Los cambios que incrementen los costos directos e indirectos del proyecto y sean producto de las indecisiones del cliente son las causas relacionadas a este factor.
33	Cambio en el alcance del proyecto	Cambios en el alcance del proyecto posteriores a la etapa de planeación o durante la etapa de ejecución, que generan una variación a la alza del tiempo y el costo pactados. La adición de conceptos fuera de catálogo y volúmenes de trabajo que no se requieran para la ejecución del proyecto establecido en el contrato son las causas que se asocian a este factor.
34	Carencias y errores en el diseño	Se refiere a la deficiencia en la interpretación de los requerimientos del cliente e incumplimiento de los mismos al momento de elaborar el diseño y a las especificaciones insuficientes para la correcta presupuestación y ejecución del proyecto. Los cambios que se deriven de estas deficiencias e incrementen los costos del proyecto son las causas asociadas a este factor.

No	Factores que afectan los costos de construcción	Descripción
35	Diseño incompleto en el momento de la licitación	Falta de especificaciones en el diseño al momento de elaborar el presupuesto dando como resultado un presupuesto con poca precisión. Las causas asociadas son el incremento del volumen de trabajo de algunas actividades y la adición de conceptos extraordinarios al presupuesto original.
36	Ineficiencia y retrasos en el diseño	Falta de información acerca del diseño y/o retraso en la entrega de la misma durante la ejecución del proyecto. La causa que se asocia a este factor es el retraso del avance respecto al programa establecido generando un aumento de los costos indirectos.
37	Accidentes en el sitio	Falta de medidas de seguridad en el sitio que provoquen accidentes, las causas que se asocian son los retrasos y costos extras a la empresa constructora derivados de estos accidentes.
38	Condiciones del sitio y el clima	Características del sitio o contingencias que impidan la correcta realización de las actividades de construcción generando retrasos en la ejecución del proyecto con respecto al programa propuesto o que impliquen la necesidad de implementar actividades o procesos que no se consideraron para ejecutar el proyecto. En cualquiera de los casos se afectan los costos directos e indirectos del proyecto y son las causas que se asocian a este factor.

APÉNDICE 2

Tabla 27 Registros para el control de costos

Registros para el control del costo en los proyectos de construcción	
Proceso	Descripción
Control	
Programa de gastos	Gastos programados mensuales durante la ejecución del proyecto con respecto a lo presupuestado
Registro del avance real del proyecto por concepto	Actualización del programa de obra manteniendo información de lo que se ha ejecutado y de los estimativos de los tiempos faltantes al menos una vez por semana
Registro de cantidades de obra ejecutadas del proyecto	Anotación acumulativa de las cantidades de obra ejecutada semanal por actividad
Comparativo de cantidades presupuestadas, ejecutadas y por ejecutar	Registro semanal de ejecución presupuestal en una matriz indicando las cantidades, precios y totales presupuestados, ejecutados y por ejecutar de las actividades del proyecto
Comparativo de cantidades presupuestadas, compradas y por comprar de los materiales por actividad	Registro semanal de comparación de cantidades de material y/o equipo presupuestado, comprado o rentado y por comprar o rentar
Gráficos de estado de los costos	Elaboración de gráfico para comparar el programa de gastos establecido y los gastos reales al menos una vez al mes. (Curva S)
Compras	
Registro de las requisiciones	Mantener un registro diario de requisiciones aprobadas para compras que contengan el folio, fecha, descripción y cantidad de lo requerido por actividad
Registro acumulativo de las cantidades requeridas	Anotación de las cantidades requeridas en forma acumulativa por actividad al menos una vez por semana
Registro de la comparación de precios para compras	Verificación y registro de los precios con el proveedor y comparación de los mismos con el presupuesto
Registro de las compras y rentas de equipo	Mantener un registro diario de compras y rentas de equipo realizadas que contengan el folio, fecha, descripción y cantidad de lo requerido por actividad
Registro acumulativo de las cantidades compradas	Anotación de las cantidades compradas en forma acumulativa por actividad al menos una vez por semana

Registros para el control del costo en los proyectos de construcción	
Proceso	Descripción
Registro de la recepción en almacén	Mantener registro diario de entrada a almacén y de recibo a proveedor indicando folio de orden de compra, fecha de ingreso a almacén, descripción y cantidad de lo recepcionado
Almacén e inventarios	
Registro acumulativo de entradas	Anotación diaria de las cantidades recepcionadas en forma acumulativa por material y/o equipo
Registro de salidas	Mantener registro diario de salida de almacén indicando folio, fecha descripción y cantidad de lo solicitado en obra
Registro acumulativo de salidas	Anotación diaria de las cantidades surtidas en forma acumulativa
Estado actualizado de almacén	Mantener inventario diario de almacén indicando entradas, salidas y existencias por cada material y/o equipo
Subcontratos	
Registro de actividades y cantidades subcontratadas	Anotación de las actividades subcontratadas mediante la elaboración de un contrato indicando cantidades, precios y duración de las mismas
Registro acumulativo de las cantidades subcontratadas erogadas	Anotación de las actividades subcontratadas en forma acumulativa al menos una vez por semana
Tesorería	
Registro de pagos	Mantener registro diario de los pagos efectuados mediante recibos indicando folio, fecha, concepto de pago y cantidad pagada
Registro acumulativo de pagos	Anotación diaria de los montos pagados en forma acumulativa por actividad o cuenta
Supervisión de obra	
Bitácora de obra	Mantener registro diario de los acontecimientos relevantes en la obra indicando fecha, actividades realizadas, cambios en el proyecto, etc.

Clave	Descripción	Unidad	Cantidad	Oficina central	Oficina de campo	TOTAL REAL	DIF TOTAL	Observaciones	Factores relacionados
	HONORARIOS, SUELDOS Y PRESTACIONES			Oficina central	Oficina de campo	TOTAL CON IVA			
	Personal Directivo					\$ -			
	Personal Técnico				\$ 302,940.00	\$ 351,410.40			
	Personal Administrativo			\$ 98,010.00	\$ 59,400.00	\$ 182,595.60			
	Personal de Transito					\$ -			
	Cuotas Patronales			\$ 16,097.40	\$ 60,914.70	\$ 89,334.04			
	Prestaciones que obliga la ley			\$ 17,359.65	\$ 62,120.52	\$ 92,197.00			
	Pasajes y Viaticos					\$ -			
	Consultores y Asesores					\$ -			
				\$ 131,467.05	\$ 485,375.22	\$ 715,537.03			
	DEPRECIACION, MANTENIMIENTO Y RENTAS			Oficina central	Oficina de campo				
	Edificios y Locales					\$ -			
	Locales de Mantenimiento y Guarda				\$ 17,820.00	\$ 20,671.20			
	Instalaciones Generales			\$ 20,790.00		\$ 24,116.40			
	Bodegas				\$ 14,850.00	\$ 17,226.00			
	Muebles y Enseres					\$ -			
	Depreciacion o Renta y Operacion de Vehiculos					\$ -			
	Campamentos					\$ -			

Figura 10 Formato para control de costo indirecto

Clave	Descripción	Unidad	Cantidad	Costo Unitario	Presupuesto	PRESUP CON IVA	Costo Real	Dif Total	Observaciones	Factores involucrados
HERRAMIENTAS										
E-100	Equipo de seguridad y señalamiento	(%)mo	0.01	\$4,556,362.10	\$ 45,563.62	\$ 52,853.80				
H-001	Herramienta menor	(%)mo	0.03	\$5,356,222.32	\$ 160,686.67	\$ 186,396.54				
HN-116	Andamio metalico modulo de 1.80 m	Renta	6770.47	\$ 11.00	\$ 74,475.16	\$ 86,391.18				
Total de Herramientas					\$ 280,725.45	\$ 325,641.52				
EQUIPO										
.019.-	Taladro	hora	115.29	\$ 5.04	\$ 581.08	\$ 674.05				
010.-	Estacion total	hora	74.69	\$ 36.08	\$ 2,694.87	\$ 3,126.04				
015.-	Cortadora de varilla	hora	43.25	\$ 52.57	\$ 2,273.61	\$ 2,637.38				
017.-	Equipo de termofusion para tuberia P	hora	101.45	\$ 25.92	\$ 2,629.58	\$ 3,050.32				
085.-	Allanadora de concreto	hora	128.82	\$ 52.00	\$ 6,698.59	\$ 7,770.36				
090.-	Revolvedora para concreto	hora	62.75	\$ 80.05	\$ 5,023.37	\$ 5,827.11				
092.-	Baillarina neumatica	hora	30.29	\$ 108.70	\$ 3,291.98	\$ 3,818.70				

Figura 11 Formato para control de herramienta y equipo

Clave	Descripción	Unidad	Cantidad	PU CON IVA	PRESUP CON IVA	CANTIDAD REAL	COSTO TOTAL REAL	PU PROM	DIF CANT	DIF TOTAL	DIF PU	Observaciones	Factores relacionados
ABRZ-105	Abrazadera sin fin de 1/2"	pieza	4.00	\$ 3.48	\$ 13.92								
ACC-001	Airea acondicionado tipo	pieza	3.00	\$ 31,320.00	\$ 93,960.00								
ACC-002	Airea acondicionado tipo	pieza	2.00	\$ 33,982.20	\$ 67,964.40								
ACC-003	Unidad tipo Fan-Coil Mca	pieza	21.00	\$ 3,741.00	\$ 78,561.00								
ACC-006	Unidad tipo Fan-Coil Mca	pieza	6.00	\$ 3,897.60	\$ 23,385.60								
ACC-009	Unidad tipo Fan-Coil Mca	pieza	7.00	\$ 4,419.60	\$ 30,937.20								
ACC-011	Unidad tipo Fan-Coil Mca	pieza	5.00	\$ 4,566.92	\$ 22,834.60								
ACC-015	Unidad condensadora Tip	pieza	1.00	\$ 35,924.04	\$ 35,924.04								
ACC-017	Unidad condensadora Tip	pieza	6.00	\$ 40,583.76	\$ 243,502.56								
ACC-019	Unidad condensadora Tip	pieza	1.00	\$ 46,244.56	\$ 46,244.56								
ACCE-124	Abrazadera de lamina gal	pieza	200.00	\$ 4.64	\$ 928.00								
ACCE-139	Unicanal de 30cm de 4" x 2"	pieza	200.00	\$ 29.00	\$ 5,800.00								
ACCELE-80	Accesorios para conexiones global	global	1386.40	\$ 45.24	\$ 62,720.74								
ACCV-019	Equipo Receptor PGXD4, Tra	pieza	2.00	\$ 8,724.36	\$ 17,448.72								
ACCV-021	Equipo Receptor PGX4, Tra	pieza	2.00	\$ 7,575.96	\$ 15,151.92								
ACCV-023	Equipo Universal Projector	pieza	7.00	\$ 1,563.68	\$ 10,945.76								
ACCV-025	Equipo BLUERAY LG BP 140	pieza	1.00	\$ 1,154.20	\$ 1,154.20								
ACCV-027	Equipo 8 Space elite rack	pieza	1.00	\$ 3,367.48	\$ 3,367.48								
ACCV-028	Equipo Acondicionador de	pieza	1.00	\$ 7,541.16	\$ 7,541.16								

Figura 12 Formato para control de materiales

APÉNDICE 4

Insumos que presentaron un mayor impacto en la variación de los costos del proyecto y representación gráfica de los factores que contribuyeron a las variaciones mencionadas.

Materiales

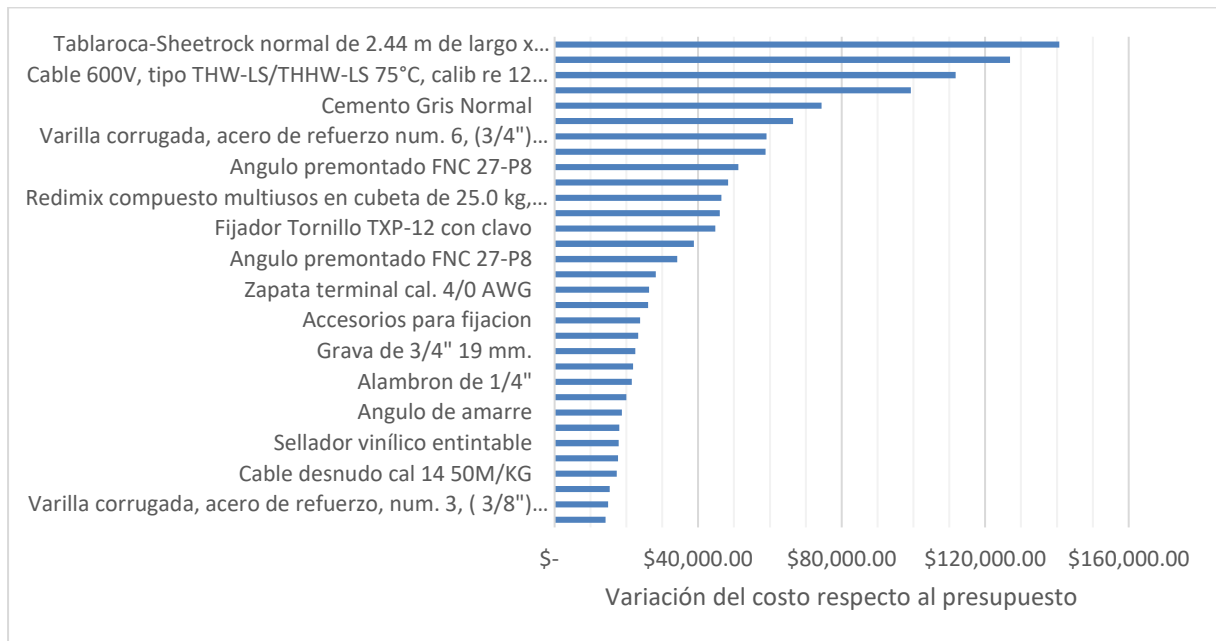


Figura 13 Materiales con un mayor impacto en el incremento del costo del proyecto

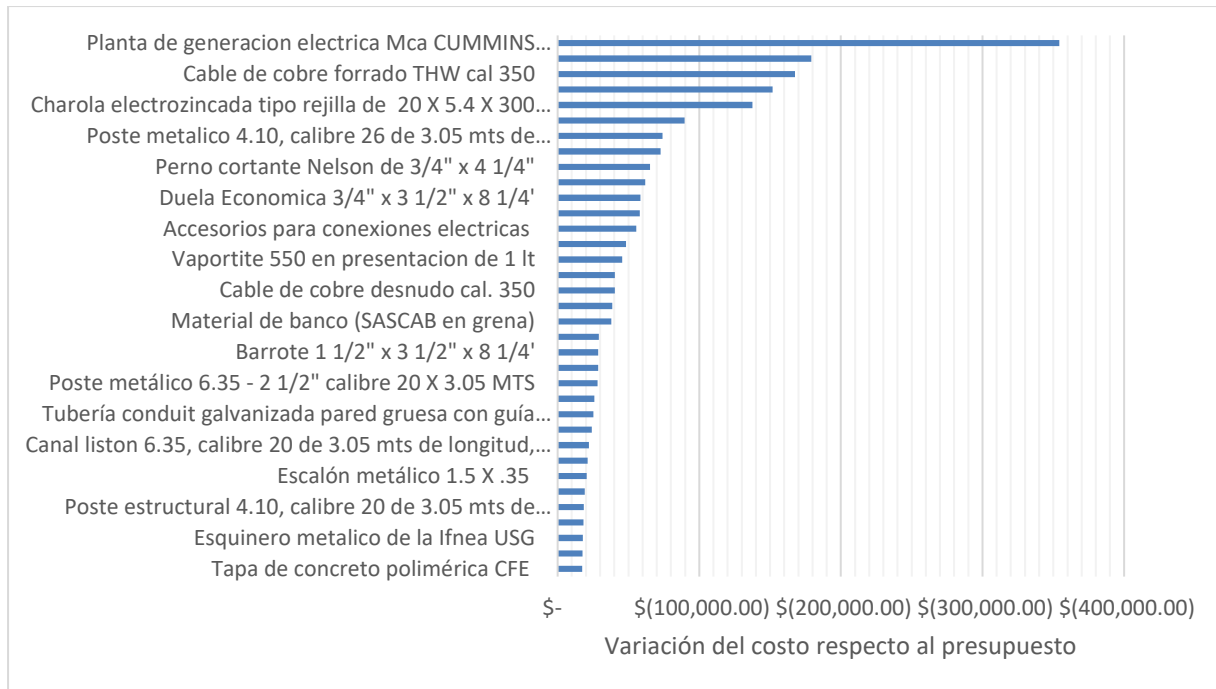


Figura 14 Materiales con un mayor impacto en la reducción del costo del proyecto

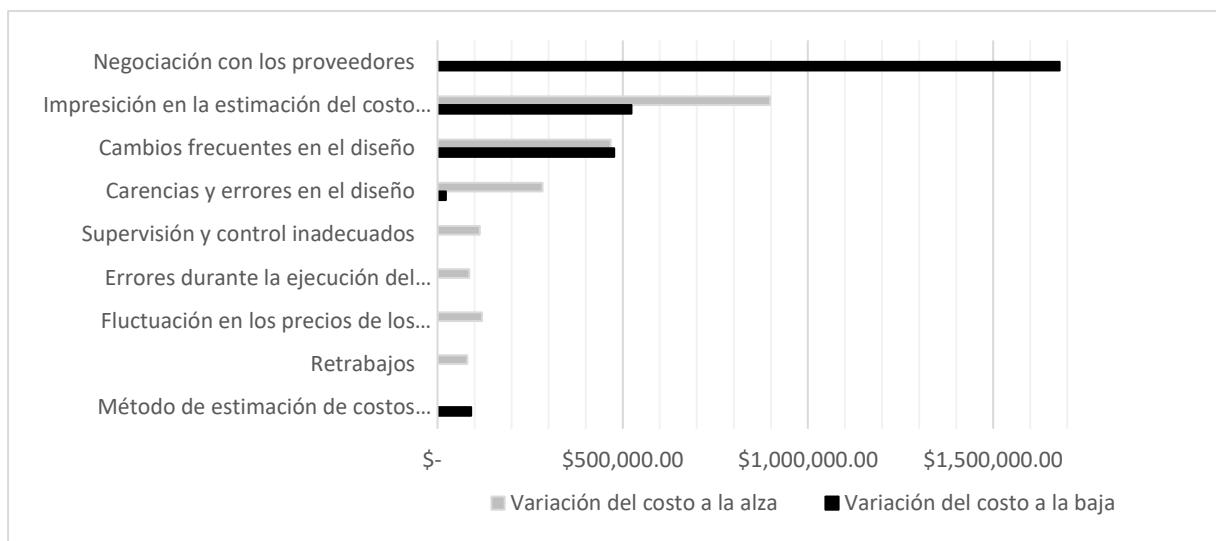


Figura 15 Factores que afectan los costos de los materiales

Herramientas

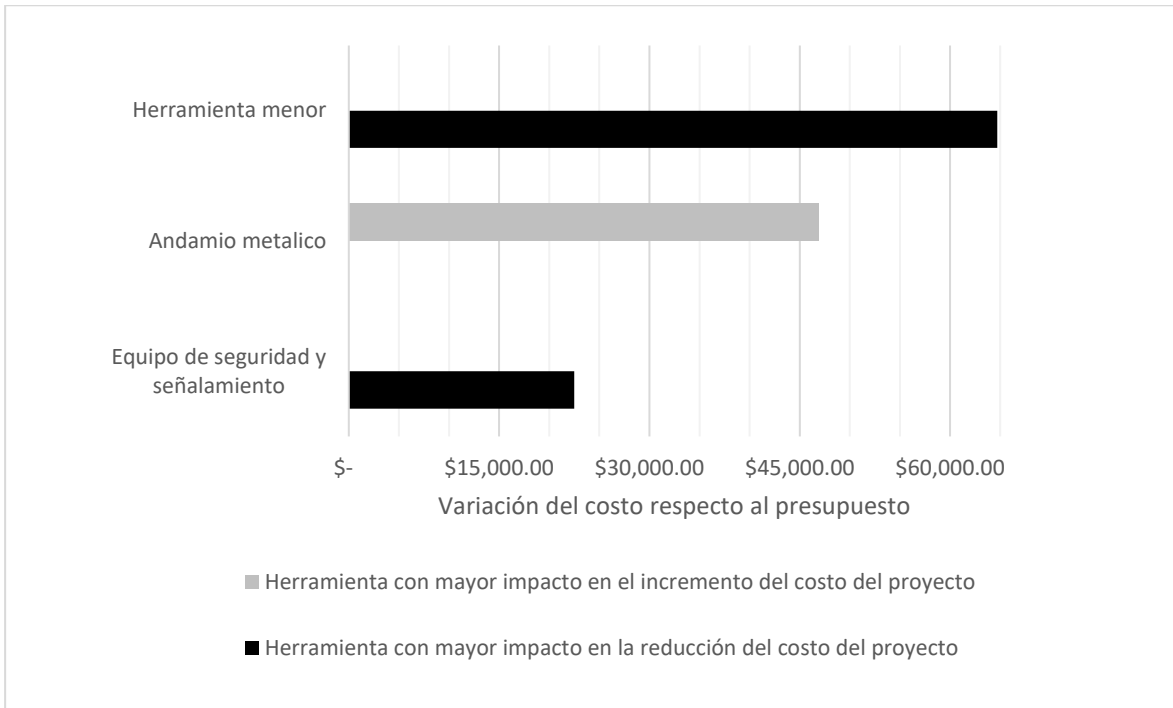


Figura 16 Herramientas con un mayor impacto en el incremento y en la reducción de los costos del proyecto

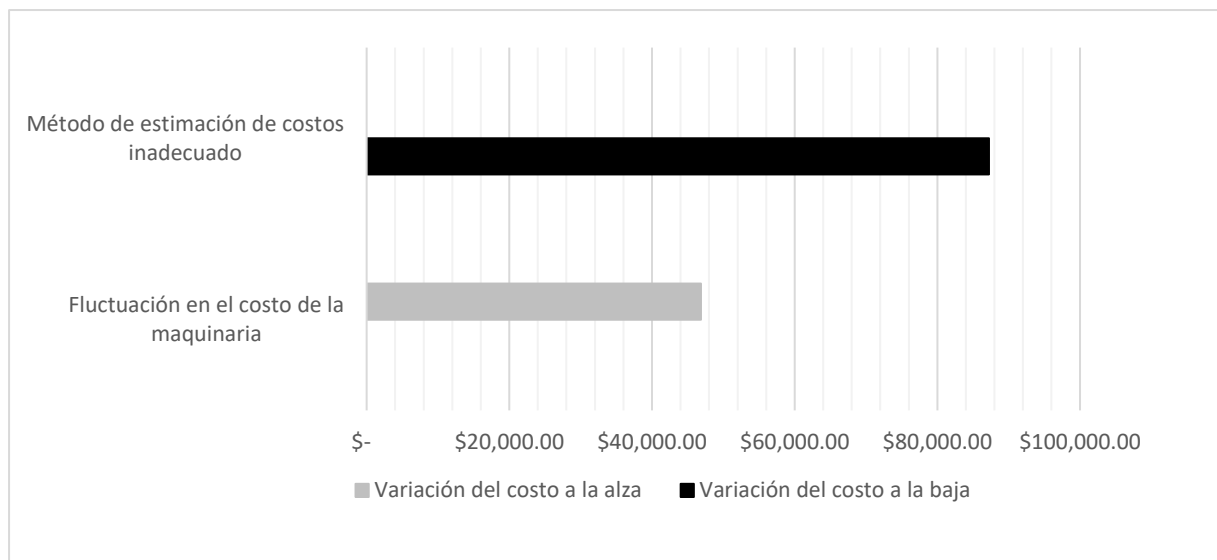


Figura 17 Factores que afectan los costos de las herramientas

Equipo

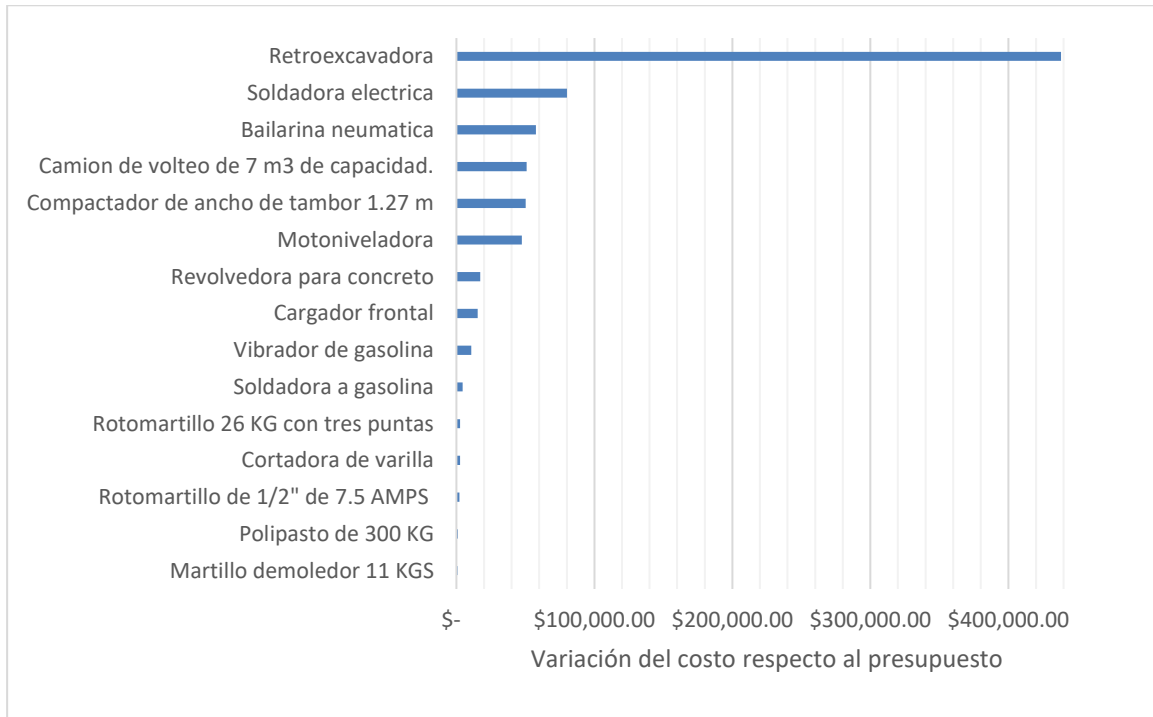


Figura 18 Equipo con impacto en el incremento del costo del proyecto

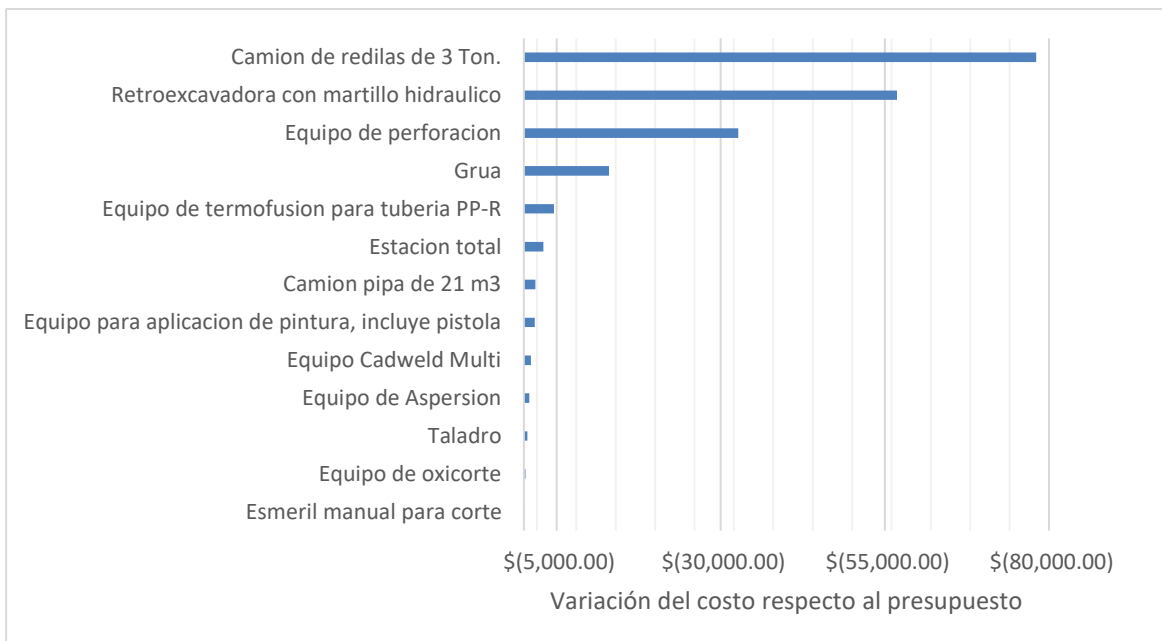


Figura 19 Equipo con impacto en la reducción del costo del proyecto

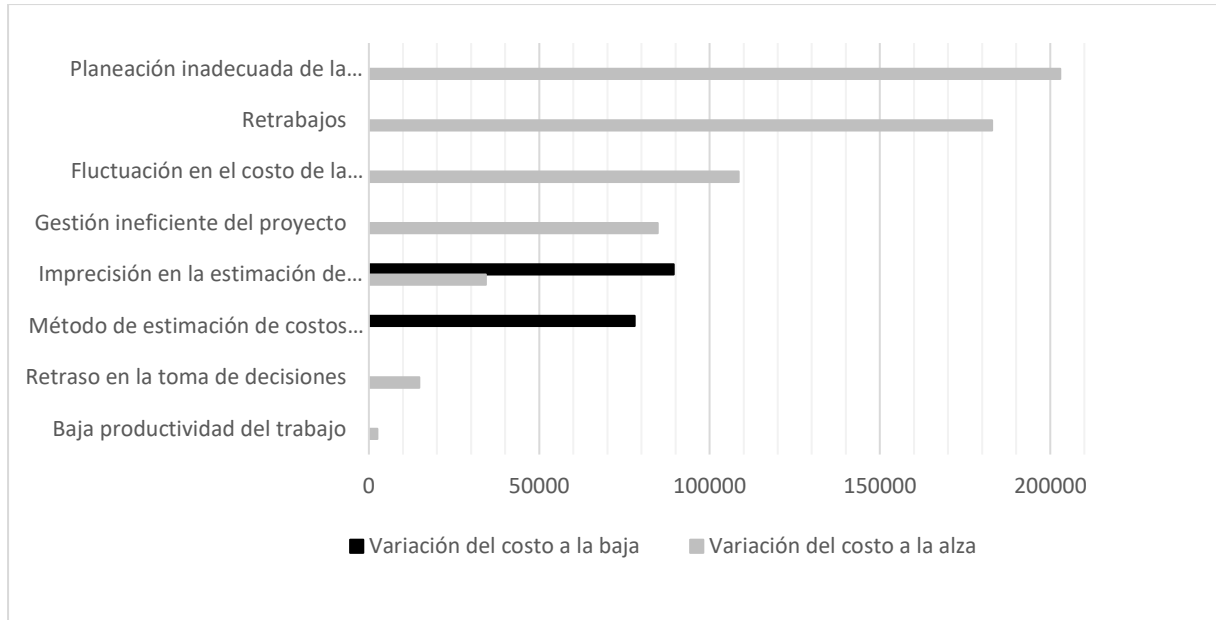


Figura 20 Factores que afectan los costos del equipo

Subcontratos

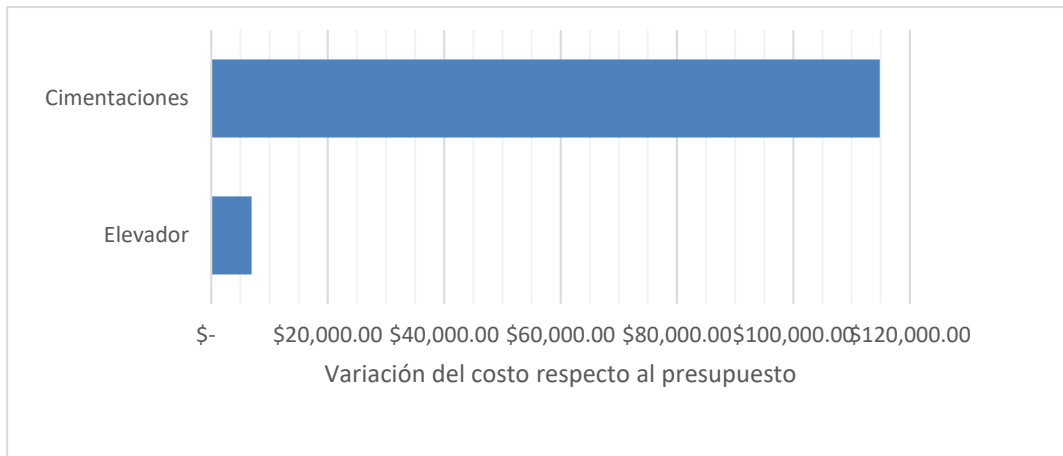


Figura 21 Subcontratos con mayor impacto en el incremento del costo del proyecto

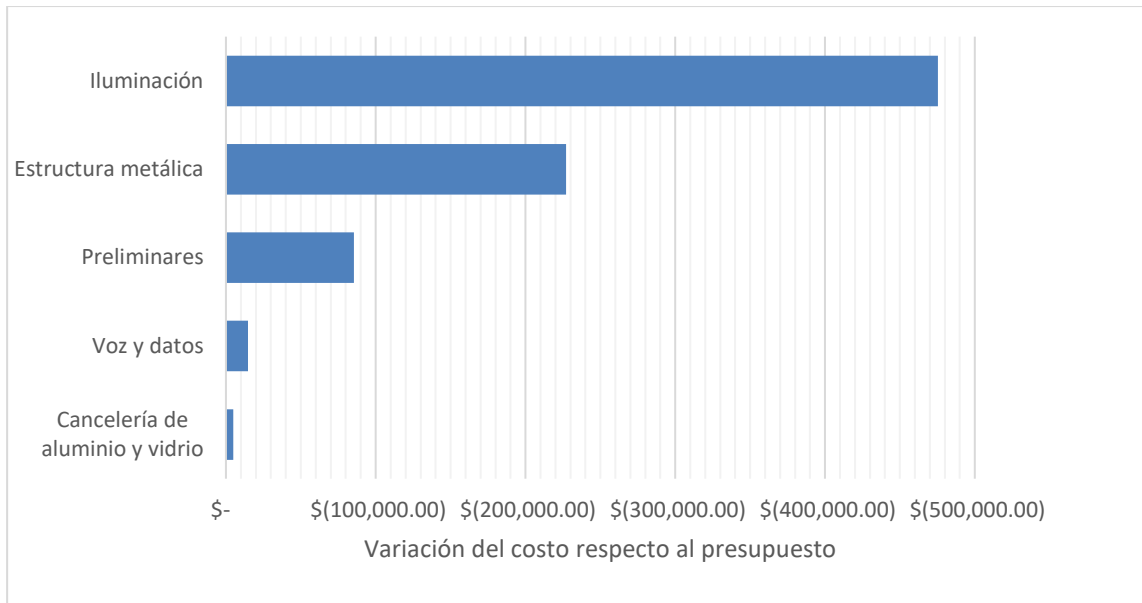


Figura 22 Subcontratos con mayor impacto en la reducción del costo del proyecto

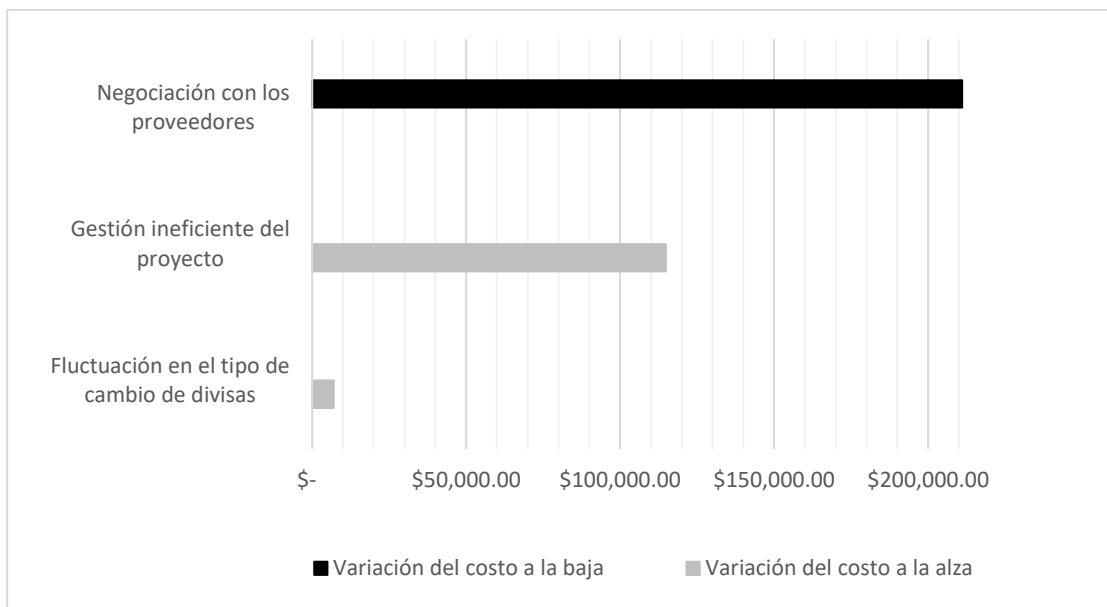


Figura 23 Factores que afectan los costos de los subcontratos

Mano de obra

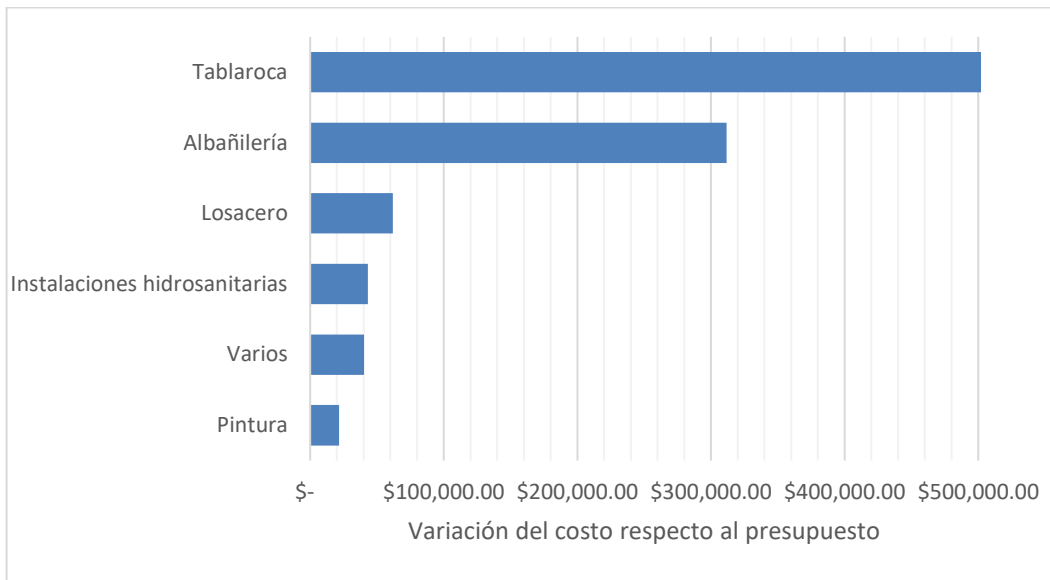


Figura 24 Mano de obra con impacto en el incremento del costo del proyecto



Figura 25 Mano de obra con impacto en la reducción del costo del proyecto

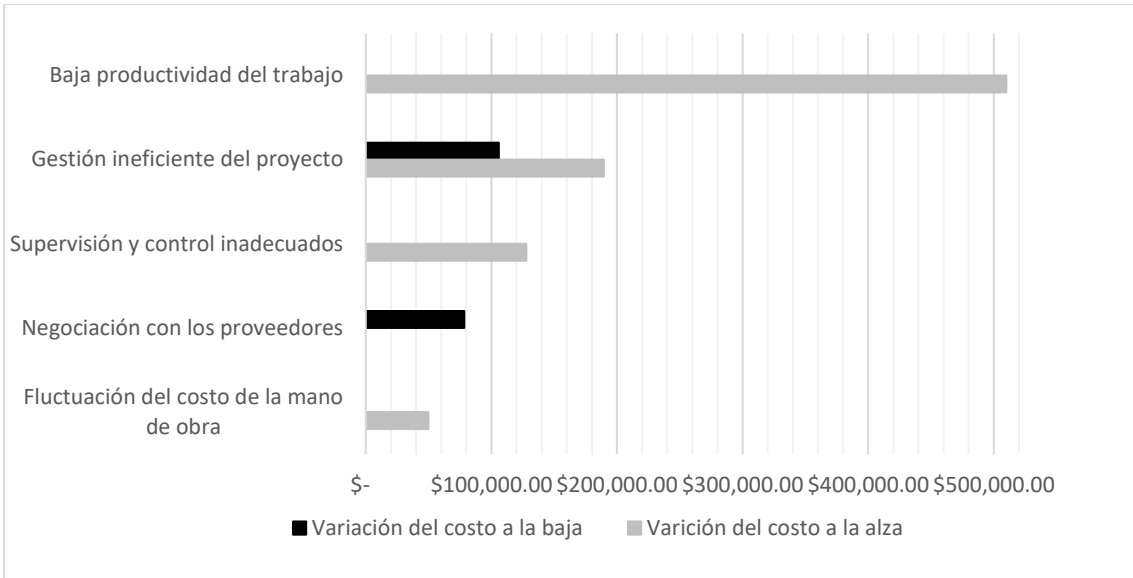


Figura 26 Factores que afectan los costos de la mano de obra

Indirectos



Figura 27 Indirectos con impacto en el incremento del costo del proyecto



Figura 28 Indirectos con impacto en la reducción del costo del proyecto



Figura 29 Factores que afectan los costos indirectos

ANEXO 1

Procesos que la empresa lleva a cabo para el control de los costos.

Control de las compras y los pedidos:

- La persona responsable del área elabora la requisición de materiales y/o servicios que debe incluir una previsión del costo del producto o servicio solicitado.
- La requisición se envía al responsable de compras quien analiza el importe de la compra y solicita cotizaciones para evaluar a los proveedores.
- El responsable de compras solicita autorización del director general una vez analizado el importe de la compra y seleccionado el proveedor.
- Se elabora la orden de compra y se envía al proveedor seleccionado.
- El proveedor suministra el pedido.
- El responsable del área se encarga de recibir e inspeccionar el material, si es aceptado se evalúa el pedido de lo contrario se regresa al proveedor.

Evaluación de proveedores:

- La evaluación del proveedor se registra en el formato “Registro de inspección y recepción de materiales” y los criterios para la evaluación son:
 - Respeto de precio: mantenimiento del precio acordado.
 - Plazo: suministro o ejecución de un servicio dentro del plazo establecido.
 - Respeto de especificaciones: nivel de cumplimiento de las especificaciones del producto o servicio.
 - Servicio: grado de colaboración con la organización, resolución de urgencias y capacidad técnica.
- Cada criterio debe puntuarse del 0 al 4, siendo el 0 la más baja calificación (muy mal) y el 4 la más alta (muy bien). Se anota la valoración total (suma de las puntuaciones asignadas en los criterios) y si es menor a 10, automáticamente se da de baja la proveedor/subcontratista del catálogo de proveedores.
- El Responsable de compras evalúa, a lo largo del mes de octubre, a los proveedores y subcontratistas mediante el análisis del histórico de las respectivas

evaluaciones de cada pedido, registrando los resultados en el formato “Calificación de proveedores”.

- Se calcula el valor medio de las puntuaciones registradas en los formatos “Registro de inspección y recepción de materiales/servicios” de los pedidos tramitados desde la última evaluación general realizada.
- Se solicita a cada proveedor/subcontratista copia de las certificaciones de Sistemas de Gestión de Calidad (ISO9001) o de productos en vigor y suma de acuerdo a la cantidad especificada (0 para ningún certificado, 1 para certificado ISO9001, 2 para certificado de producto y 3 para certificado ISO9001 más producto) al valor medio obtenido con anterioridad.
- Los proveedores que obtengan en la valoración general un valor igual o superior a 10 se consideran aprobados.
- El catálogo de proveedores autorizados lo componen aquellos con valoración en la evaluación general igual o superior a 10 puntos.