



---

---

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE YUCATÁN**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**UNIDAD DE POSGRADO E INVESTIGACIÓN**

**“Gestión de los cambios en la ejecución de los  
proyectos de edificación”**

**TESIS**

**PRESENTADA POR:**

**ING. GILBERTO PALMA LOPEZ**

**EN OPCIÓN AL GRADO DE**

**MAESTRO EN INGENIERÍA**

**OPCIÓN CONSTRUCCIÓN**

**MÉRIDA, YUCATÁN, MÉXICO.**

**2020**

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

## **Agradecimientos**

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) por el apoyo brindado para realizar el estudio de posgrado en Maestría en Ingeniería, opción Construcción.

## Resumen

Esta investigación se enfocó en la realización de un diagnóstico sobre la gestión de los cambios que se implementa durante la ejecución de los proyectos de edificación en Yucatán, con el fin de recomendar mejoras en sus procesos. El estudio incluyó tres etapas: en la primera se identificaron los cambios que se presentan con mayor frecuencia, así como sus consecuencias y el proceso de gestión de cambios, mediante la aplicación de un cuestionario a veinte organizaciones dedicadas a la construcción de proyectos de edificación. En la segunda etapa, se recolectó información durante la construcción de cuatro proyectos de edificación, utilizando un formato de orden de cambio en el que se registraron las principales causas de los cambios, así como el proceso de gestión de cambios observado en dichos proyectos. Finalmente, para la tercera etapa se diseñó una lista de verificación con la que se evaluó el nivel de madurez de sistemas de gestión de cambios en los mismos proyectos.

Los resultados expusieron que, de acuerdo con la información recopilada en los proyectos estudiados, los cambios en el alcance son los más frecuentes, lo cual disiente con la perspectiva de los administradores entrevistados quienes señalan los errores de diseño como la principal causa. También de acuerdo con estos entrevistados, los principales efectos de las órdenes de cambio sobre los proyectos serían los incrementos en los costos (entre un 6 y un 10% con respecto al valor contractual), los retrasos en el programa de obra (entre un 10 y un 20% del programa original) y los decrementos de la productividad.

En cuanto a la madurez de un sistema de gestión de cambios, con la evaluación de los cuatro proyectos observados, se determinó que es limitada. Si bien en tres fue evidente que han implementado procesos para la gestión de cambios (nivel B), esto no se llevan a cabo de manera eficiente y requiere mejorarse. En el otro proyecto, la gestión de procesos es más deficiente aún (nivel C) y se requieren mejoras significativas.

## **Abstract**

This research work focused on carrying out a diagnosis of change management during the execution of building projects in Yucatán, to recommend on improving the related processes. The study that was part of this research included three phases. The first one included the design and application of a questionnaire to twenty managers from building organizations to identify the most frequent changes and the consequences, as well as the change management process in their projects. During the second phase information on the main sources and the management of changes was collected from four building projects using a change order format. Lastly, a checklist was designed to assess the implementation level of the change management system in the last four projects.

The results showed that, according to the information collected from the projects, changes on the project scope are the most frequent ones, which disagrees the perception of the twenty managers that, based on their responses, considered design errors as the most frequent source of changes. In addition, according to these responders, the main consequences of change orders are over costs (between 6 and 10% over the contract value), schedule delays (between 10 and 20% above the original schedule), and productivity decrease.

Regarding the assessment of the change management systems in the four observed projects, the implementation is limited. Despite three of them evidenced the implementation of processes for change management (Level B), they are not efficiently carried out and need improvement in that sense. The other project showed even more inadequate processes (Level C) that require significant improvements.

## CONTENIDO

CAPÍTULO I .....	1
ANTECEDENTES .....	1
1.1 Planteamiento del problema	5
1.2 Objetivo General	5
1.3 Objetivos específicos	5
CAPÍTULO II .....	6
REVISIÓN DE LA LITERATURA.....	6
2.1 Definiciones y conceptos	6
2.2 Los cambios en los proyectos de construcción	7
2.2.1 Causas de los cambios en los proyectos de construcción .....	7
2.2.1 Efectos de los cambios sobre el desempeño de los proyectos .....	8
2.2.3 Buenas prácticas en el proceso de gestión de cambios.....	10
2.3 La gestión de los cambios en los proyectos de construcción	11
2.3.1 Modelos de Gestión de cambios .....	11
2.3.2 Proceso de gestión de los cambios.....	14
2.3.3 El estudio de la gestión de cambios .....	19
2.4 Conclusiones de la revisión bibliográfica	20
CAPÍTULO III .....	22
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN .....	22
3.1 Tipo, alcance y diseño de investigación	22
3.2 Unidad de análisis, población, muestra y pasos metodológicos	22
3.3 Etapa I: Cuestionario	24

3.3.1	Diseño del cuestionario .....	25
3.3.2	Aplicación del cuestionario.....	28
3.3.3	Verificación de la información recopilada con el cuestionario .....	29
3.3.4	Análisis de las respuestas del cuestionario.....	29
3.4	Etapa II: Formato de orden de cambio	31
3.4.1	Diseño del formato de orden de cambio (OC-01).....	31
3.4.2	Aplicación del formato de orden de cambio (OC-1).....	34
3.4.3	Análisis del formato de orden de cambio .....	35
3.5	Etapa III: Lista de verificación	36
3.5.1	Diseño de la lista de verificación .....	37
3.5.2	Aplicación de la lista de verificación .....	39
3.5.3	Análisis de la lista de verificación .....	41
CAPÍTULO IV .....		44
RESULTADOS .....		44
4.1	Resultados de la Etapa I	44
4.1.1	Resultados en la sección “Información general de la empresa” .....	44
4.1.2	Resultados de la sección “Características de la Industria” .....	46
4.1.3	Respuestas a la sección “Causas de las órdenes de cambio” .....	50
4.1.4	Respuestas a la sección “Efectos de las órdenes de cambio” .....	51
4.1.5	Respuestas a la sección “Buenas prácticas de la gestión de cambios” ....	52
4.1.6	Respuestas a la sección “Proceso de gestión de cambios” .....	53
4.2	Resultados de la Etapa II	56
4.2.1	Resultados del seguimiento de órdenes de cambio .....	56

4.2.2	Resultados de la medición de duraciones en la gestión de cambios.....	59
4.4	Resultados de la Etapa III	61
4.4.1	Resultados del nivel de madurez del SGC en el proyecto 1 .....	63
4.4.2	Resultados del nivel de madurez del SGC en el proyecto 2 .....	63
4.4.3	Resultados del nivel de madurez del SGC en el proyecto 3 .....	64
4.4.4	Resultados del nivel de madurez del SGC en el proyecto 4 .....	64
CAPÍTULO V .....		65
DISCUSIÓN .....		65
5.1	Discusión de los resultados obtenidos con el cuestionario	65
5.1.1	Sobre las características de la Industria .....	65
5.1.2	Sobre las causas de las órdenes de cambio.....	67
5.1.3	Sobre los efectos de las órdenes de cambio.....	68
5.1.4	Sobre las buenas prácticas del proceso de gestión de cambios.....	68
5.1.5	Sobre el proceso de gestión de cambios .....	69
5.2	Discusión de resultados del seguimiento de órdenes de cambio	72
5.3	Discusión de resultados del nivel de madurez	74
CAPÍTULO VI .....		75
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....		75
6.1	Conclusiones	75
6.2	Recomendaciones	76
6.2.1	Recomendaciones para constructores .....	77
6.2.2	Recomendaciones para futuras investigaciones .....	77
Bibliografía .....		78

Apéndice y Anexos.....	82
Anexo A. Causas, efectos y buenas prácticas sobre los cambios.	82
Anexo A.1. Causas de cambios con base en el trabajo de Senouci et al .....	82
Anexo A.2. Efectos de cambios con base en el trabajo de Senouci et al.....	84
Anexo A.3. Buenas prácticas de la gestión de cambios con base en el trabajo de Senouci et al. ....	87
Anexo B Procedimiento de gestión de cambios de acuerdo con C. Williams Ibbs, Wong y Kwak	89
Anexo B.1 Procedimiento para promover una cultura balanceada de cambios en un proyecto de construcción de acuerdo a C. Williams Ibbs, Wong y Kwak .....	89
Anexo B.2 Procedimiento para reconocer el cambio en un proyecto de construcción de acuerdo con C. Williams Ibbs, Wong y Kwak. ....	90
Apéndice C. Cuestionario para aplicar a empresas constructoras	94
Apéndice D. Instrumentos de investigación	105
Apéndice D.1 Formato de orden de cambio.....	105
Apéndice D.2 Tabla realizada en la hoja de cálculo de Excel para concentrar los cambios recopilados con formato OC .....	105
Apéndice D.3 Formato de medición de las actividades del proceso de gestión de cambios.....	106
Apéndice E. Respuestas a cuestionario	107
Apéndice F Información recopilada del seguimiento en obra	117
Apéndice F.1 Relación de órdenes de cambio Obra 1 .....	117
Apéndice F.2 Relación de órdenes de cambio Obra 2.....	121
Apéndice F.3 Relación de órdenes de cambio Obra 3.....	127
Apéndice F.4 Relación de órdenes de cambio Obra 4.....	129

Tabla F.5 Duraciones del proceso de gestión de cambios en obra 1.....	131
Tabla F.6 Duraciones del proceso de gestión de cambios en obra 2.....	132
Tabla F.7 Duraciones del proceso de gestión de cambios en obra 3.....	133
Tabla F.8 Duraciones del proceso de gestión de cambios en obra 4.....	133
Tabla F.9 Resultados obtenidos de la verificación del investigador acerca de la gestión de cambios de las obras analizadas.....	134
Tabla F.10 Hoja resumen de la información obtenida de la obra 1 .....	135
Tabla F.11 Hoja resumen de la información obtenida de la obra 2.....	135
Tabla F.12 Hoja resumen de la información obtenida de la obra 3.....	136
Tabla F.13 Hoja resumen de la información obtenida de la obra 4.....	137

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1 Modelo de Gestión de cambios para un proyecto de construcción de acuerdo con William Ibbs, Wong y Kwak .....	15
Figura 2.2 Radio de Costo-Beneficio requerido para la elección del cambio, de acuerdo con Williams Ibbs, Wong y Kwak.....	17
Figura 3.1 Ejemplo de definición de respuesta destacable en la categoría “Más frecuente” .....	30
Figura 3.2 Ejemplo de definición de respuesta destacable en la categoría “Menos frecuente” .....	31
Figura 4.1 Variación presupuestal debido a cambios.....	46
Figura 4.2 Variación del programa de obra debido a cambios.....	47
Figura 4.3 Principales generadores de cambios .....	47
Figura 4.4 Principales formatos de seguimiento de cambios .....	48
Figura 4.5 Tipo de contrato que utilizan con mayor frecuencia.....	48
Figura 4.6 Modalidad frecuente para compensar cambios.....	48
Figura 4.7 Frecuencia de aprobación de cambios sin un documento por escrito.....	49
Figura 4.8 Número de personas necesarias para autorizar un cambio.....	49
Figura 4.9 Partidas en donde se presentan mayor cantidad de cambios .....	50
Figura 4.10 Persona que puede emitir una orden de cambio .....	54
Figura 4.11 Formas de registrar un cambio .....	54

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 3.1. Relación entre instrumentos de investigación y objetivos específicos.....	24
Tabla 3.2. Proyectos observados en este estudio.....	35
Tabla 3.3. Criterios de evaluación de la lista de verificación.....	38
Tabla 3.4. Formato de la lista de verificación.....	40
Tabla 3.5. Ejemplo de obtención de puntuación y nivel alcanzado en un proyecto....	42
Tabla 3.6. Niveles de madurez del sistema de gestión de cambios.....	42
Tabla 3.7. Ejemplo sobre la determinación de “deficiencia común” en un proyecto.....	43
Tabla 4.1 Resultados obtenidos en la sección “Información general” del cuestionario .....	45
Tabla 4.2 Causas de los cambios más y menos frecuentes .....	51
Tabla 4.3 Efectos, resultado de puntuación obtenida en cuestionarios.....	52
Tabla 4.4 Buenas prácticas, resultado de puntuación obtenida en cuestionarios.....	53
Tabla 4.5 Duraciones promedio de actividades de la gestión de cambios.....	60
Tabla 4.6 Resultados obtenidos con la aplicación de la lista de verificación, de acuerdo con lo observado por el investigador.....	62
Tabla 4.7 Defectos comunes entre los casos de estudio.....	63

# CAPÍTULO I

## ANTECEDENTES

Los cambios en los proyectos de construcción son muy comunes, a tal grado que son prácticamente un hecho durante toda la etapa de construcción. Esto pueden significar un incremento en el costo y duración del proyecto, además de reclamos y disputas, y el surgimiento de relaciones perjudiciales entre los miembros del proyecto.<sup>1</sup>

De acuerdo con Ibbs, un cambio se define como cualquier evento que produce una modificación del alcance original, tiempo de ejecución, costo y/o calidad del trabajo.<sup>2</sup> Mientras que una orden de cambio es un documento que contractualmente altera un acuerdo original entre las partes firmantes. En el ámbito de la construcción, una orden de cambio es el resultado de una revisión, aprobada por el dueño, de los términos y condiciones (alcance, tiempos, procesos, etc.) que son definidos en el contrato<sup>3</sup>.

Estos cambios son generados por varias razones, incluyendo aquellos realizados en el alcance del proyecto a solicitud del cliente o los solicitados por la consultora respecto a errores de diseño o nuevos aditamentos. En cuanto a su procedencia, un cambio puede ser originado por presiones internas y externas que se ejercen sobre el proyecto.<sup>4</sup> Las causas externas pueden ser debidas a cambios tecnológicos, cambios requeridos por el cliente, cambios en las actividades de los competidores, cambios en alguna norma, o cambios en las condiciones macro o microeconómicas, entre otras. Por su parte, las causas internas generalmente están asociadas a cambios en las

---

<sup>1</sup> Kaming et al. (1997). "Factors Influencing Construction Time and Cost Overruns on High-Rise Projects in Indonesia," *Construction Management and Economics*, 15:1, 83–94.

<sup>2</sup> Ibbs et al. (2007). "Quantified Impacts of Project Change," *Journal of Professional Issues in Engineering Education and Practice*, 133:1, 45–52.

<sup>3</sup> Alnuaimi et al. (2010). "Causes, Effects, Benefits, and Remedies of Change Orders on Public Construction Projects in Oman," *Journal of Construction Engineering and Management*, 136:5, 615–22.

<sup>4</sup> Bolin J. (2015). "Effective Change Order Management", Colorado, Long International.

políticas, cambios en los objetivos organizacionales, y cambios en el plan estratégico a largo plazo.

Las causas que generan los cambios también pueden identificarse por la etapa de donde se originan; por ejemplo, de diseño o de construcción.<sup>5</sup> Los cambios que tienen su origen en el diseño pueden deberse a modificaciones, errores, omisiones, y mejoras operacionales del diseño. Los cambios con origen durante la construcción se relacionan, generalmente, con condiciones insatisfactorias del sitio que impiden el buen desempeño de la mano de obra.<sup>6 7 8</sup>

De igual manera, un cambio puede considerarse como “gradual” o “radical”, dependiendo de su grado de severidad.<sup>9</sup> Un cambio gradual también conocido como “cambio incremental” sucede de manera lenta durante un periodo de tiempo prolongado y su intensidad es usualmente lenta. Por el contrario, un cambio radical es espontáneo, dramático y genera un marcado efecto. Los cambios graduales ocurren generalmente durante la etapa de diseño; en cambio, los cambios radicales se dan con más frecuencia en la etapa de construcción.<sup>10</sup>

Por otro lado, los cambios en los proyectos también pueden ser clasificados en “cambios anticipados” y “cambios emergentes”. Un cambio anticipado es aquel que se

---

<sup>5</sup> Love et al. (1999). “The Propagation of Rework Benchmark Metrics for Construction,” *International Journal of Quality & Reliability Management*, 16:7, 638–58.

<sup>6</sup> Atkinson A. (1999). “The Role of Human Error in Construction Defects,” *Structural Survey Vol.17 No. 4* 231–36.

<sup>7</sup> Love y Li. (2000). “Quantifying the Causes and Costs of Rework in Construction”, *Construction Management and Economics*, 18:4, 479-490.

<sup>8</sup> Tombesi P. (2000). “Construction Management and Economics Modelling the Dynamics of Design Error Induced Rework in Construction: Comment”, *Construction Management and Economics*, 18:7, 727-732.

<sup>9</sup> Sun et al.(2006). “A Change Management Toolkit for Construction Projects,” *Architectural Engineering and Design Management*, 2:4, 261–71.

<sup>10</sup> Cao et al. (2000). “A Systemic View of Organisational Change and TQM,” *The TQM Magazine*,12:3, 186–93.

descubre durante el proyecto antes de que ocurra, por lo que casi nunca tiene efectos sobre el plan original, ni afectan a otras partes. Por otro lado, los cambios emergentes no se anticipan, aparecen espontáneamente y su nivel de afectación es mayor. Desde esta perspectiva, los cambios también pueden ser divididos en “cambios opcionales” y “cambios requeridos”; en los primeros se tiene la posibilidad de escoger si será o no implementado, mientras que en los segundos no hay opción y se tiene que realizar.<sup>11</sup>

Sin embargo, cualquiera que sea el origen de un cambio, éste seguramente tendrá diversos impactos que pueden afectar el costo,<sup>12</sup> el tiempo,<sup>13</sup> o la productividad<sup>14 15</sup> en un proyecto de construcción. Por ejemplo:

- Se estima que en los Estados Unidos la industria de la construcción gasta entre \$13 y \$26 billones de dólares por los cambios generados durante la construcción.<sup>16</sup>
- Los cambios resultan en retrabajos que incrementan el costo de un proyecto.<sup>17</sup> Los costos de los retrabajos pueden significar entre el 10 y el 15% del valor del contrato.<sup>18</sup>

---

<sup>11</sup> Sun et al.(2006). “A Change Management Toolkit for Construction Projects,” *Architectural Engineering and Design Management*, 2:4, 261–71.

<sup>12</sup> Ibid

<sup>13</sup> Hanna y Gunduz. (2004). “Impact of Change Orders on Small Labor-Intensive Projects,” *Journal of Construction Engineering and Management*, 130:5,726–733.

<sup>14</sup> Serag et al. (2010). “Model for Quantifying the Impact of Change Orders on Project Cost for U.S. Roadwork Construction,” *Journal of Construction Engineering and Management*, 136:9, 1015–1027.

<sup>15</sup> Hanna y Gunduz. (2004). “Impact of Change Orders on Small Labor-Intensive Projects,” *Journal of Construction Engineering and Management*, 130:5,726–733.

<sup>16</sup> Ibid

<sup>17</sup> Ibid

<sup>18</sup> Josephson et al. (2002). “Illustrative Benchmarking Rework and Rework Costs in Swedish Construction Industry,” *Journal of Management in Engineering*, 18:2, 76–83.

- En un estudio realizado en 1997 con treinta y un casos de construcción de alto riesgo en Indonesia, se encontró que los cambios de diseño representan una de las principales causas de retrasos en un programa de obra.<sup>19</sup>
- Las principales causas de retrasos, identificadas en una investigación realizada con ciento treinta proyectos en Jordania, fueron un diseño pobre (observado en 24.6% de estos proyectos), y las órdenes de cambio (presentes en 15.4% de los proyectos).

Lo anterior evidencia el impacto que tienen los cambios sobre el desempeño de los proyectos de construcción, por lo que un manejo adecuado de la gestión de cambios es crucial para asegurar el éxito en los proyectos de construcción.<sup>20</sup> La gestión de estos cambios requiere un sistema que facilite la coordinación del proceso a seguir.<sup>21</sup>

En ese sentido, diversos esfuerzos se han realizado. Por ejemplo, Sun propuso un kit de herramientas de gestión de cambios que proporciona un marco estándar para su adecuada gestión en proyectos de construcción.<sup>22</sup> Por otro lado, el Instituto de la Industria de la Construcción (CII, por sus siglas en inglés) en los Estados Unidos, estableció un modelo de gestión de cambios con base en el cual se realizó esta investigación de tesis. En este modelo, la CII identifica los elementos del proyecto que son objeto de cambios y que pueden afectar el proceso de gestión, tales como: el alcance del proyecto, la organización del proyecto, la ejecución de métodos, el control de métodos y los contratos.

---

<sup>19</sup> Burati et al. (1992). "Causes of Quality Deviations in Design and Construction," *Journal of Construction Engineering and Management*, 118:1, 34–49.

<sup>20</sup> Alnuaimi et al. (2010). "Causes, Effects, Benefits, and Remedies of Change Orders on Public Construction Projects in Oman," *Journal of Construction Engineering and Management*, 136:5, 615–22.

<sup>21</sup> Hao et al. (2008). "Change Management in Construction Projects," *CIB W78 International Conference on Information Technology in Construction*, 1–11.

<sup>22</sup> Sun et al. (2006). "A Change Management Toolkit for Construction Projects," *Architectural Engineering and Design Management*, 2:4, 261–71.

## **1.1 Planteamiento del problema**

Con base en lo anterior, se puede concluir que prácticamente todo lo recopilado de la literatura, sobre el tema de la gestión de los cambios en los proyectos de construcción, se refiere a estudios realizados en ámbitos fuera del contexto nacional. Es decir, que no se encontraron resultados de estudios que se hayan realizado en el ámbito local sobre el manejo de los cambios en los proyectos y, por lo tanto, el objetivo de este trabajo se enfocó en realizar un diagnóstico sobre cómo las empresas constructoras locales realizan la gestión de los cambios durante la ejecución de proyectos de edificación.

## **1.2 Objetivo General**

Diagnosticar sobre la gestión de los cambios implementados durante la ejecución de los proyectos de edificación en el Estado de Yucatán, con el fin de recomendar mejoras en sus procesos de gestión de cambios.

## **1.3 Objetivos específicos**

1. Identificar el proceso de gestión de cambios que emplean las constructoras dedicadas a la construcción de proyectos de edificación en el Estado de Yucatán.
2. Identificar los cambios que se presentan con mayor frecuencia durante la etapa de construcción en los proyectos de edificación que realizan los constructores locales.
3. Determinar las consecuencias de los cambios que se generan durante la etapa de construcción en los proyectos de edificación que realizan los constructores locales.

## CAPÍTULO II

# REVISIÓN DE LA LITERATURA

### 2.1 Definiciones y conceptos

En proyectos de construcción, un cambio se refiere a una alteración o modificación de las condiciones preexistentes o requerimientos establecidos para un proyecto. Los cambios en un proyecto de construcción son casi inevitables, ya que son necesarios para cumplir con los requerimientos del cliente.<sup>23</sup>

Diversos autores han definido el término orden de cambio con diferentes enfoques; sin embargo, todos ellos son consistentes. Por ejemplo, según Senouci et al. una orden de cambio se presenta cuando hay cambios en el alcance original del trabajo; mientras que Gokulkarthi y Gowrishankar se refieren a un documento emitido por el contratista donde se describe algún requerimiento surgido después de la elaboración del contrato y aprobado por el dueño, por lo que genera un ajuste en la suma del contrato o en el tiempo de entrega del proyecto.<sup>24</sup> La definición de Harrington, Mcswain y Snyder es consistente, pues representa un instrumento escrito preparado por el arquitecto, y firmado por el propietario, en el que acuerda con el contratista los siguientes puntos: cambio en el alcance de los trabajos, importe del ajuste de la suma contratada y/o el del tiempo de entrega establecido en el contrato.<sup>25</sup> Para Alnuaimi et al. es el resultado de una revisión, aprobada por el dueño, de los términos y condiciones (alcance del trabajo, tiempos, procesos, etc.) definidos en el contrato.<sup>26</sup> Mientras que Levy ha

---

<sup>23</sup> Gokulkarthi y Gowrishankar. (2015). "A Study On Impacts of Change Order in Construction Projects," *International Journal of Science and Engineering Research*, 03:01, 65–72.

<sup>24</sup> Ibid

<sup>25</sup> Harrington et al. (2016). "Pricing Construction Claims and Change Orders", n.d., 259–320.

<sup>26</sup> Alnuaimi et al. (2010). "Causes, Effects, Benefits, and Remedies of Change Orders on Public Construction Projects in Oman," *Journal of Construction Engineering and Management*, 136:5, 615–22.

considerado que una orden de cambio es una solicitud que se hace al contratista por escrito, que ha sido firmada por el dueño de la propiedad y el arquitecto, que se emite después de la firma del contrato, y en la cual se autoriza un cambio en la extensión del trabajo, un ajuste de su monto, el plazo del contrato o ambos asuntos.<sup>27</sup>

El término retrabajo hace referencia a una misma actividad que ha sido realizada más de una vez, o actividades que eliminan trabajo previamente ejecutado, donde ninguna orden de cambio ha sido emitida ni se ha identificado un cambio de alcance del proyecto por el dueño.<sup>28</sup>

## **2.2 Los cambios en los proyectos de construcción**

### **2.2.1 Causas de los cambios en los proyectos de construcción**

Con base en la revisión de la literatura reportada en el trabajo de Senouci et al.<sup>29</sup>, se identificaron las principales causas que originan las órdenes de cambio:

- Errores en diseño
- Cambio en los requerimientos de diseño
- Cambios significativos en las cantidades de trabajo
- Errores en planeación
- Cambio de planes o alcance del dueño

Estas causas, y las fuentes de donde se extrajeron, se enlistan con mayor detalle en el Anexo A.1 de este trabajo.

Las causas de las órdenes de cambio y sus efectos sobre el costo y programa de obra están influenciadas por numerosos factores interrelacionados. El riesgo y las

---

<sup>27</sup> Levy (2002). "Administración de Proyectos de Construcción", México, McGraw Hill.

<sup>28</sup> Dougherty et al. (2012). "The Impact of Rework on Construction and Some Practical Remedies", Navigant Construction Forum.

<sup>29</sup> Senouci et al. (2017). "Analysis of Change Orders in Qatari Construction Projects", International Journal of Construction Management, 17:4, 280–292.

incertidumbres asociadas con los cambios del proyecto hacen que las predicciones y la planificación de los cambios sean una tarea difícil. Esto se comprobó en un estudio realizado por Gokulkarthi que se centró en los problemas de las órdenes de cambio, sus causas y efectos. Dicho estudio se hizo mediante encuestas que se enviaron a las constructoras del sur de la India. Al tener los datos se realizó la verificación, clasificación y análisis de éstos; a partir de este proceso se dio una conclusión y recomendaciones centradas en el método para reducir los cambios. Los resultados que se obtuvieron acerca de las principales causas de cambios fueron los siguientes:<sup>30</sup>

- Cambios generados por el dueño
- Sustitución de materiales y procedimientos
- Errores y omisiones en el diseño
- Problemas financieros del dueño
- Cambios en diseño por parte de la consultoría

### 2.2.1 Efectos de los cambios sobre el desempeño de los proyectos

Dougherty et al. centraron su trabajo en el impacto que tiene el retrabajo en la industria de la construcción. Abordaron en este trabajo los principales efectos que generan los cambios en un proyecto de construcción, que son los siguientes<sup>31</sup>

- Retrasos en el programa de obra
- Incremento en el costo del proyecto
- Incremento en la sobrecarga del contratista
- Decremento en la productividad de los trabajadores
- Ingresos adicionales para el contratista

---

<sup>30</sup> Gokulkarthi y Gowrishankar. (2015). "A Study On Impacts of Change Order in Construction Projects," International Journal of Science and Engineering Research, 03:01, 65–72.

<sup>31</sup> Dougherty et al. (2012). "The Impact of Rework on Construction and Some Practical Remedies", Navigant Construction Forum.

De igual manera, en el trabajo de Senouci et al. se identificaron los principales efectos que generan las órdenes de cambio en los proyectos de construcción. Estos efectos, y las fuentes de donde se extrajeron, se enlistan en el Anexo A.2 con mayor detalle.

En un estudio realizado por Kaming et al., que incluyó treinta y un proyectos de alto riesgo en Indonesia, se encontró que el 98% de las demoras registradas en estos proyectos fueron generadas por cambios en el diseño. De esto se puede inferir que esta clase de cambios es uno de los principales factores que causan demoras en los proyectos de construcción. Para dicho estudio se aplicó un cuestionario en donde consideraron diez variables relacionadas con demoras en la construcción y siete relacionadas con el sobre costo; pero, además, fue diseñado para que se pueda agregar cualquier variable que se considere necesaria incluir en la lista. El cuestionario fue apoyado con entrevistas para dar seguimiento.<sup>32</sup>

Por otro lado, en una investigación realizada en Jordán, se estudiaron 130 proyectos públicos con la aplicación de encuestas, cuyos resultados arrojaron que, en 106 de los 130 proyectos, es decir el 81.5%, se presentaron retrasos. La principal causa de dichos retrasos fue un diseño incompleto, pues se encontró que esto se presentó en 32 de los proyectos (24.6%). Mientras que la segunda causa, pues se observó en 20 proyectos (15.4%), fueron las órdenes de cambio. Cabe señalar que la duración real promedio en estos proyectos fue de 426 días con una desviación estándar de 137 días, cuando en promedio la duración planeada fue de 343 días con una desviación estándar de 137 días.<sup>33</sup>

---

<sup>32</sup> Kaming et al. (1997). "Factors Influencing Construction Time and Cost Overruns on High-Rise Projects in Indonesia," *Construction Management and Economics*, 15:1: 83–94.

<sup>33</sup> Ayman y Al-Momani. (2000). "Construction Delay: A Quantitative Analysis," *International Journal of Project Management*, 18:1, 51–59.

Por su parte, Josephson et al. han encontrado que los cambios siempre resultan en retrabajos, lo que a su vez incrementa el costo del proyecto.<sup>34</sup> De acuerdo con Burati et al., el retrabajo significa rehacer un proceso o actividad que fue incorrectamente implementado la primera vez y que puede ser ocasionado por defectos o variaciones, por lo que generan un sobre costo que puede alcanzar entre 10 y 15% del valor del contrato.<sup>35</sup> De manera similar, con su estudio a veintidós proyectos gubernamentales, Diekmann y Nelson encontraron que los cambios son significativos y pueden agregar alrededor del 6% al costo directo de los proyectos.

### 2.2.3 Buenas prácticas en el proceso de gestión de cambios

Con base en la revisión de la literatura reportada en el trabajo de Senouci et al., se identificaron las principales buenas prácticas de control de cambios que se extrajeron del trabajo de investigación de Al-Dubaisi y que son usados para minimizar los efectos negativos de las órdenes de cambio. Estas medidas incluyen prácticas para antes del inicio de la construcción y antes de la generación de órdenes de cambio, y medidas para minimizar el impacto de las ordenes de cambio después de que han sido generadas<sup>36</sup>. Estas buenas prácticas se enlistan en el Anexo A.3 y destacan principalmente las siguientes:

- Claridad del procedimiento de orden de cambio. Enfocada a que el proceso de gestión de cambios sea claro para todos los miembros, así como que se cuente con los formatos necesarios.

---

<sup>34</sup> Josephson et al. (2002). "Illustrative Benchmarking Rework and Rework Costs in Swedish Construction Industry," *Journal of Management in Engineering*, 18:2, 76–83.

<sup>35</sup> Burati et al. (1992). "Causes of Quality Deviations in Design and Construction," *Journal of Construction Engineering and Management*, 118:1, 34–49.

<sup>36</sup> Senouci et al. (2017). "Analysis of Change Orders in Qatari Construction Projects", *International Journal of Construction Management*, 17:4, 280–292.

- Aprobación por escrito. Dirigido principalmente a que no se debe realizar ningún cambio sin la debida aprobación por escrito. Los acuerdos verbales pueden llegar a ser muy susceptibles a olvidarse y generar discusiones.
- Justificación de cambios. Busca examinar de manera detenida la razón del cambio, además de garantizar un beneficio para ambas partes, así como determinar el impacto que este podría tener.
- Alcance de la orden de cambio. Una definición del cambio clara y precisa puede generar una disminución considerable de los impactos negativos de los cambios, así como la revisión y notificación de los planos afectados por el cambio.
- Rápida aprobación. Implica buscar que el tiempo entre que se crea la necesidad de un cambio y en el que se realiza sea lo más corto posible.

## **2.3 La gestión de los cambios en los proyectos de construcción**

### **2.3.1 Modelos de Gestión de cambios**

La gestión de cambio busca pronosticar posibles cambios, identificar los cambios que ya han ocurrido, planear medidas preventivas y coordinar cambios en todo el proyecto.<sup>37</sup>

De acuerdo con Levy, el proceso de una orden de cambio comienza cuando en una solicitud el arquitecto le pide al contratista una modificación en la extensión del trabajo, con las instrucciones respectivas para llevarla a cabo. A cada solicitud se coloca una numeración consecutiva; al número se le llama folio de orden de cambio. Después de que el arquitecto revisa o aprueba la propuesta, por lo general prepara la orden (usualmente usa el Documento G701 de la AIA), y la envía al contratista para que la firme. Una vez que se lo devuelve, el arquitecto la firma y la envía al propietario para

---

<sup>37</sup> Hao et al. (2008). "Change Management in Construction Projects," CIB W78 International Conference on Information Technology in Construction, 1–11.

que haga lo propio. Cuando este documento cuente con todas las firmas se devuelve al contratista, entonces se tendrá la autorización para empezar el proyecto.

Sun complementa su kit de herramientas de gestión de cambios, proporcionando un soporte de instrumentos para la adecuada gestión en proyectos de construcción. Trabaja con dos importantes aspectos del manejo de los cambios: predecir los cambios y reaccionar a estos reprogramando flujos de trabajo. Estas herramientas fueron la base para un estudio realizado por Hao et al. en Canadá, quienes presentan los siguientes aspectos principales:<sup>38</sup>

- La gestión de cambios debe seguir un procedimiento estándar compartido a todas las partes implicadas en el proceso. Este modelo de herramientas proporciona el marco para esa estandarización.
- En la etapa de planeación, los administradores de proyecto pueden usar el marco de referencia y las herramientas de predicción para evaluar su programa; esto ayudará a identificar cambios potenciales y sus causas en etapas tempranas para tomar medidas preventivas.
- Si un cambio se vuelve inevitable, la herramienta de predicción de cambios puede ayudar a evaluar el impacto que tendrá.
- Cuando el cambio sea implementado, la herramienta puede ayudar a informar a todas las partes acerca de las implicaciones del cambio y sus tareas. Esto asegurará que el cambio será implementado efectivamente.
- Después de que un cambio ha sido implementado, la herramienta puede ser usada para documentar el cambio junto con sus causas y efectos. Al final del proyecto, todo lo registrado puede ser revisado y analizado. Esto ayuda al equipo de trabajo a aprender de las lecciones o identificar responsables de retrasos o sobrecostos.

---

<sup>38</sup> Sun et al.(2006). "A Change Management Toolkit for Construction Projects," Architectural Engineering and Design Management, 2:4, 261–71.

De igual manera el Instituto de la Industria de la Construcción (CII por sus siglas en inglés) estableció un equipo de trabajo para investigar un método para evitar o minimizar los retrasos, impactos de la inflación, reclamos e incluso para no tener que llegar a conciliaciones costosas asociadas con cambios de proyecto. La definición que el equipo de CII estableció acerca de la gestión de los cambios es la siguiente: “proceso de incorporación de una cultura balanceada de reconocimiento, planeación y evaluación de los cambios de un proyecto”. La investigación fue basada en una metodología de cuestionarios, concernientes a varios aspectos de los cambios de los proyectos, de los cuales recibieron respuesta de ciento cuatro proyectos (todos fueron ejecutados por inversión privada) de treinta y cinco compañías diferentes. A partir del análisis de la información, se concluyó que los proyectos no pueden soportar tantos cambios que cambien significativamente su alcance original sin sufrir un declive en tiempo y en sobre costo. El equipo de investigación también determinó la hipótesis acerca de que los ahorros significativos en la construcción en costo y tiempo, de cualquier proyecto, son alcanzables si se mejora la administración de los cambios.<sup>39</sup>

Ibbs resumió los resultados de la cuantificación de los impactos de los cambios de proyectos; además durante la recolección de datos observó la variedad de sistemas para manejar los cambios. El algoritmo que presenta Ibbs en su investigación fue apoyado por el CII y puede beneficiar a ambas partes, tanto clientes como constructores, por su eficiencia en la gestión de cambios. Su objetivo principal fue introducir y explicar una gestión sistemática de los cambios para los proyectos. El modelo de gestión de los cambios está conformado por dos niveles de procesos, con principios como su fundamentación y un proceso de implementación de esos principios. Aplicando esta manera sistemática para lidiar con los cambios, se

---

<sup>39</sup> Garcia M. (2009). “Introduction to CII Practices Special Presentation to American Council for Construction Education”, Construction Industry Institute.

incrementa la eficiencia en la productividad y la probabilidad de éxito de los proyectos de construcción.<sup>40</sup>

### 2.3.2 Proceso de gestión de los cambios

El proceso de gestión de cambios abarca desde la supervisión o identificación de un cambio, su aprobación y posterior implementación; diversos autores dan sus enfoques con base en sus investigaciones, estableciendo desde una estructura a seguir para el control de cambios hasta brindar herramientas para la mejor toma de decisiones al respecto. Cada uno de los autores presento su proceso dividido en diversas fases o principios que de acuerdo con sus estudios permitirán una adecuada gestión.

En la investigación realizada por Hao et al. acerca de la gestión de cambios estableció un modelo genérico que tiene 5 fases en secuencia<sup>41</sup>:

1. Identificar. Requiere de un sistema de gestión de cambios (SGC) eficaz para obtener las relaciones entre los requisitos, síntomas, fallas de funcionamiento y otros aspectos de los cambios.
2. Evaluar y proponer. Basado en criterios y opciones, el módulo de evaluación calcula todos los posibles impactos que un cambio identificado puede tener en otros procesos y miembros del equipo, en términos de costo y tiempo.
3. Aprobar. Todos los cambios identificados necesitan pasar a través de un proceso formal de aprobación.
4. Implementación del cambio. En esta etapa es necesario asegurarse que todos los aspectos han sido actualizados, todas las partes han sido notificadas, y todas las actividades han sido realizadas adecuadamente y bien coordinadas. Todo es

---

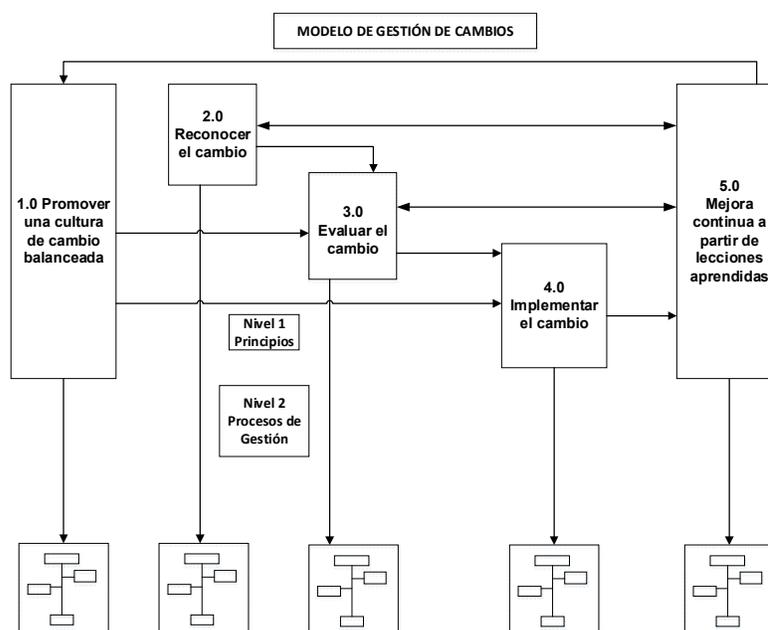
<sup>40</sup> Ibbs et al. (2001). "Project Change Management System", *Journal of Management in Engineering*, 17:159–65.

<sup>41</sup> Hao et al. (2008). "Change Management in Construction Projects," *CIB W78 International Conference on Information Technology in Construction*, 1–11.

documentado para tener información relevante de casos de cambios para construir una base de datos de cambios para futuros usos.

5. Análisis. Un análisis de los cambios y del desarrollo del sistema son revisados en base a la información recolectada durante la fase de implementación.<sup>42</sup>

Por el otro lado, Ibbs y el CII establecieron un modelo de gestión de los cambios con base en los cinco principios mostrados en la Figura 1.1, y los procesos necesarios para implementarlos en las diferentes fases del proyecto. Estos principios son:<sup>43 44</sup>



**Figura 2.1** Modelo de Gestión de cambios para un proyecto de construcción de acuerdo con William Ibbs, Wong y Kwak

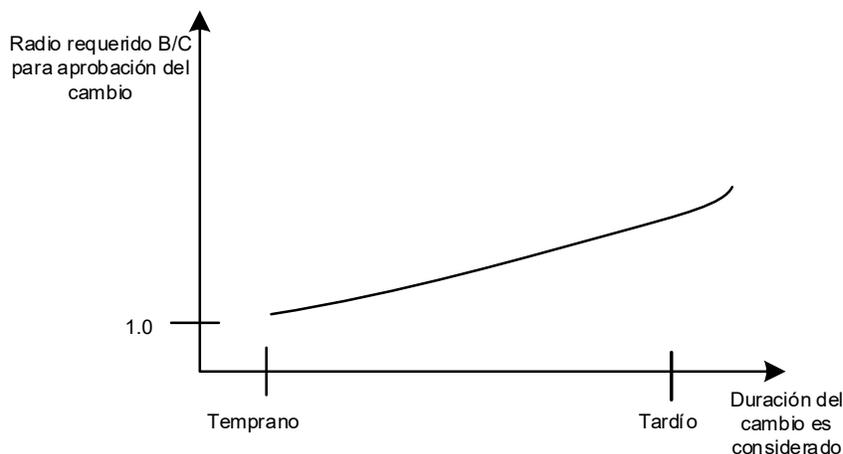
<sup>42</sup> Hao et al. (2008). "Change Management in Construction Projects," CIB W78 International Conference on Information Technology in Construction, 1–11.

<sup>43</sup> Ibbs et al. (2001). "Project Change Management System", Journal of Management in Engineering, 17:159–65.

<sup>44</sup> Garcia M. (2009). "Introduction to CII Practices Special Presentation to American Council for Construction Education", Construction Industry Institute.

1. Promover una cultura balanceada de cambios. Este principio es de vital importancia para la comunicación y la documentación de los eventos críticos entre miembros del equipo, porque se volverá parte del alcance del trabajo. Hay dos conceptos que deben ser tomados en cuenta, cambios beneficiosos y cambios perjudiciales. El primero debe ser alentado y soportado; por otro lado, el segundo debe ser evitado. Los cambios beneficiosos son resultado de ejercicios para agregar valor de ingeniería (son usados para resolver problemas e identificar y eliminar costos no deseados mientras se mejoran funciones y calidad) y pueden de hecho ayudar a reducir costo, tiempo o grado de dificultad. Por el lado opuesto, los cambios perjudiciales deben ser minimizados; estos cambios reducen el valor del proyecto y generan impactos negativos, tanto en el costo como en el tiempo del proyecto. Desde luego, la duración del cambio frecuentemente determina si el cambio es beneficioso o perjudicial. La estructura que se debe seguir con este principio se puede ver en el Anexo B.1 de este documento.
2. Reconocer el cambio. Identificar los cambios previo a su ocurrencia pueden ayudar a manejarlos de mejor modo y de manera temprana en el ciclo de vida del proyecto. Después de que un cambio potencial ha sido reconocido, el equipo debe determinar cuáles de estos cambios son “requeridos” y cuales “opcionales”. Un cambio requerido es necesario para poner en conformidad el diseño con respecto a un reglamento de construcción, es obligatorio y debe ser revisado y procesado de diferente manera que un cambio opcional. No importa qué tipo de cambio sea, requerido u opcional, el cambio por sí solo tendrá efectos en el proyecto. Estos efectos pueden impactar en costo, tiempo y organización, todo lo cual se refleja en el modelo. Es responsabilidad del equipo de trabajo determinar los impactos potenciales sobre el proyecto, ya sean positivos o negativos, y actuar para minimizar el daño negativo. Un cambio de este tipo debe ser aprobado solo si los beneficios superan a sus costos. Algunas empresas constructoras utilizan una escala Costo/beneficio (B/C) tal como se muestra en la Figura 1.2, la cual implica que mientras más tarde se implemente un cambio en el proyecto, mayor es la relación costo-beneficio debido a que se deben considerar los costos por impactos

imprevisibles. Si se previenen estos tipos de cambios o se transforman hábilmente en cambios beneficiosos, entonces la relación costo-beneficio no crecerá de manera continua y constante. En el Anexo B.2 se puede encontrar la estructura que sigue esta fase para cumplir su propósito<sup>45</sup>



**Figura 2.2** Relación Costo-Beneficio requerido para la elección del cambio, de acuerdo con Williams Ibbs, Wong y Kwak.

3. Evaluar el cambio. Su propósito es determinar si el equipo de trabajo debería aceptar e implementar el cambio propuesto. Si el cambio es de alta prioridad, se debe determinar la fuente de origen para aprobarlo inmediatamente de manera interina, porque cualquier retraso en la ejecución del cambio se agregará probablemente a su costo. Si el cambio no es muy sensible al tiempo, se puede considerar la proposición más abierta para ver si el cambio es necesario. La razón de esta reconsideración es que la función principal es maximizar la utilidad del proyecto y minimizar los efectos negativos. Para maximizar el beneficio, el equipo

---

<sup>45</sup> Ibbs et al. (2001). "Project Change Management System", *Journal of Management in Engineering*, 17:159–65.

de trabajo debe vislumbrar cualquier cambio innecesario o un cambio que no contribuya con los objetivos del proyecto ni a su retorno de inversión. Es similar a la fase “Evaluar y proponer” que estableció Hao et al. en su investigación, sin embargo esta se enfoca más a los impactos que el cambio puede generar en el proyecto. En el Anexo B.3 se puede observar el diagrama que este principio propone.<sup>46</sup>

4. Implementar el cambio. La investigación realizada por este estudio no encontró un proceso formal para asegurar que el cambio haya sido implementado. Esta fase es parecida a la propuesta por Hao et al., ya que de igual manera busca dos aspectos principales: notificar de la implementación y documentar el cambio. Esta implementación debe darse después de que todas las partes implicadas han sido informadas; esto es muy importante ya que el omitir a alguien podría traer otros problemas y cambios adicionales. De igual forma, se requiere de una documentación substancial para resolver disputas y documentar lo aprendido del cambio. En el Anexo B.4 se muestra el diagrama de proceso correspondiente a este principio.<sup>47</sup>
5. Mejora a partir de lecciones aprendidas. La idea principal de este principio es encontrar la raíz que causó el cambio y evaluar los errores cometidos, de tal manera que esos errores pueden ser sistemáticamente corregidos. Cada miembro del equipo debe analizar los errores cometidos para que entiendan cuáles fueron las causas de raíz de los cambios que surgieron; esto les ayudará a prevenir errores similares en el futuro tal como se observa en el Anexo B.5 con mayor detalle por medio de un diagrama lo que implica este principio.<sup>48</sup>

Cada uno de esos principios trabajan de la mano uno respecto del otro. De hecho, es necesario para cada categoría “interactuar” con otra para maximizar el efecto del

---

<sup>46</sup> Ibbs et al. (2001). “Project Change Management System”, *Journal of Management in Engineering*, 17:159–65.

<sup>47</sup> Ibid

<sup>48</sup> Ibid

modelo. En este modelo, no es necesario que el reconocimiento, la evaluación, y otros principios solo sean aplicables para un proyecto en particular, sino por el contrario, las acciones aplicadas, los resultados obtenidos y las conclusiones a usar en un proyecto pueden ser similares a otros proyectos.<sup>49</sup>

La toma de decisiones es una característica que se enfatiza en el estudio de Ibbs y que ocurre en cada una de las fases del proyecto. En todas las etapas del proyecto es necesario tomar decisiones que pueden afectar otras actividades que pueden ocurrir o que están ocurriendo. Para hacer el proceso de toma de decisiones efectivo, los administradores y su personal a cargo necesitan tener un conocimiento general de otros proyectos de construcción similares. Esto resalta la necesidad de tener una buena comunicación y un sistema de documentación.<sup>50</sup>

### 2.3.3 El estudio de la gestión de cambios

Motawa presentó en su estudio algunos resultados preliminares sobre la gestión proactiva del cambio, a través de un sistema de gestión de cambios integrados compuesto por un modelo de predicción de cambio basado en lógica difusa y un modelo de dinámica de sistemas basado en Metodología Dinámica de Planificación y Control (DPM).<sup>51</sup>

Charoenngam discutió la gestión de proyectos basada en la web y un sistema de gestión de órdenes de cambio (COMS por sus siglas en inglés) específicamente desarrollado para hacer frente a los cambios en la construcción de proyectos

---

<sup>49</sup> Garcia M. (2009). "Introduction to CII Practices Special Presentation to American Council for Construction Education", Construction Industry Institute.

<sup>50</sup> Ibid

<sup>51</sup> Motawa et al. (2007). "An Integrated System for Change Management in Construction," *Automation in Construction*, 16:3, 368–377.

En el estudio se utilizaron tecnologías web estándar y un procedimiento de orden de cambio que involucraba flujos de trabajo, roles de trabajo, documentos, mantenimiento de registros y una base de datos centralizada.<sup>52</sup>

Isaac y Navon propusieron una herramienta de control de cambios la cual crea rastreabilidad de requisitos a través de enlaces entre los requisitos del cliente y el diseño del edificio. Ellos establecieron que el número de cambios o el impacto de los cambios pueden ser controlados capturando los requisitos del cliente con precisión al comienzo del proyecto de construcción y a través de la rastreabilidad que se construye.<sup>53</sup>

Jongeling y Olofsson sugieren que la programación de obra basada en la ubicación proporciona una alternativa a los enfoques de planificación basados en actividades del flujo de trabajo con 4D CAD. Aplica la integración 4D o 5D que envuelve dos modelos: tiempo y costo, además de modelos de geometría 3D. De esta manera, los cambios no solo pueden controlarse durante las etapas de diseño e ingeniería sino también en la construcción.<sup>54</sup>

## **2.4 Conclusiones de la revisión bibliográfica**

Con base a lo anterior se pudieron obtener los siguientes puntos:

- Diversos autores como Hao e Ibbs presentan procesos de gestión de cambios enfocados principalmente en la identificación y aprobación eficaz y oportuna de los cambios.

---

<sup>52</sup> Charoenngam et al. (2003). "Web-Based Application for Managing Change Orders in Construction Projects," *Construction Innovation: Information, Process, Management*, 3:4, 197–215.

<sup>53</sup> Isaac y Navon. (2008). "Feasibility Study of an Automated Tool for Identifying the Implications of Changes in Construction Projects" *Journal of Construction Engineering and Management*, 134:2, 139–145.

<sup>54</sup> Jongeling y Olofsson. (2007). "A Method for Planning of Work-Flow by Combined Use of Location-Based Scheduling and 4D CAD", *Automation in Construction*, 16:2, 189–198.

- Entre las principales causas de cambios resaltan principalmente: Errores en diseño, errores en planeación y cambios en el alcance del dueño. Así como los principales efectos que producen sobre el proyecto son un aumento en el costo y duración de este.
- Las buenas prácticas ayudan a minimizar los efectos negativos de los cambios en los proyectos, por lo que su aplicación es fundamental; entre las principales buenas prácticas se mencionaron las siguientes: claridad del procedimiento de orden de cambio, aprobación por escrito y rápida aprobación.
- Los modelos de gestión de cambios tienen como principal enfoque identificar los cambios, así como planear y controlar los cambios del proyecto. Esta gestión debe seguir un procedimiento estándar, apoyándose de herramientas que ayuden a predecir y reaccionar ante los posibles cambios.
- El proceso de gestión de cambios inicia desde la identificación del cambio hasta su implementación, pasando por un proceso de evaluación y aprobación. Estas fases no varían demasiado entre autores tal como el caso de Hao e Ibbs, que presentan modelos similares, siendo el principal diferenciador el uso de las Lecciones Aprendidas para crear una base para futuros proyectos.

## **CAPÍTULO III**

# **METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN**

### **3.1 Tipo, alcance y diseño de investigación**

El enfoque de la presente investigación fue cualitativo ya que no se buscó medir la incidencia de las variables involucradas en el fenómeno, sino recolectar información que permita describirlas. Se pretendió que tenga un alcance descriptivo ya que se trata de un tema ampliamente conocido en la práctica y la literatura reporta diversos estudios llevados a cabo en otros países. De acuerdo con Hernández Sampieri, los estudios descriptivos buscan especificar las propiedades, las características y los perfiles importantes de algún fenómeno que sea sometido a análisis; para lo cual se miden, evalúan o recolectan datos sobre diversos aspectos, dimensiones o componentes del fenómeno,<sup>55</sup> lo cual coincide con el alcance de esta investigación. En cuanto a su diseño, la investigación tuvo un enfoque no experimental ya que no se consideró el control de las variables a observar; así como transeccional, ya que las variables se evaluaron en un único momento en el tiempo.

### **3.2 Unidad de análisis, población, muestra y pasos metodológicos**

Esta investigación se enfocó en estudiar el desempeño de las empresas constructoras dedicadas a realizar proyectos de edificación en el estado de Yucatán. Se consideró como unidad de análisis a las empresas dedicada a los proyectos de edificación; mientras, que la población de estudio estuvo conformada por todas las empresas constructoras de tamaño mediano o grande que se dedican a dicho tipo de proyectos en el estado de Yucatán. La identificación de la población se hizo de acuerdo con la

---

<sup>55</sup> Sampieri et al.(1991). "Metodologia de La Investigacion, 6a edición", México, Mcgraw-Hill

clasificación de empresas que propone la Cámara Mexicana de la Industria de la Construcción (CMIC) en cuanto a su tamaño<sup>56</sup>:

- Pequeñas y medianas: de 10.4 a 16.1 millones de ingresos anuales, mientras que el número empleados es de 11 a 50.
- Grandes: de 16.2 a 57 millones de ingresos anuales. El rango de trabajadores es de 51 a 250 empleados.

De las empresas identificadas como parte de la población, se estudió una muestra no probabilística. Se decidió incluir a empresas dedicadas al diseño, a la consultoría y a la supervisión.

La muestra incluyó a veinte empresas del ramo de la edificación para la primera etapa del estudio, la cual se enfocó en la aplicación de un cuestionario, como se explica más adelante.

Posteriormente, para la segunda etapa del estudio, se seleccionaron tres de las veinte empresas previamente estudiadas. En esta etapa se hizo un seguimiento de las órdenes de cambio que se generaron en cuatro proyectos que fueron ejecutados por estas tres empresas. Esto con el fin de identificar los tipos de cambios y el proceso que se tuviere implementado en dichos proyectos para la gestión de estos cambios. Más adelante se dan detalles del diseño y aplicación del formato utilizado.

Finalmente, en una tercera etapa de este estudio, se evaluó el grado de madurez de la gestión de cambios en los mismos cuatro proyectos que se observaron en la etapa anterior. Esto requirió una lista de criterios, sobre la cual también se dan detalles más adelante, que debieron ser evaluados para obtener dicho grado de madurez en cada proyecto.

---

<sup>56</sup> Camara Mexicana de la Industria de la Construcción (2016). "La industria de la construcción Impulsada por un solo motor: la edificación", México, CMIC.

En la Tabla 3.1 se resumen las diferentes etapas que comprendió esta investigación con los respectivos instrumentos utilizados durante cada una, y su relación con los objetivos específicos establecidos. En primera instancia se elaboró el cuestionario; su objetivo principal radicó en identificar los cambios que se presentan con mayor frecuencia, así como sus consecuencias y el proceso de gestión de cambios que siguieron. Los resultados obtenidos con este instrumento se presentaron en gráficas y tablas, lo cual permitió realizar conclusiones. Para la recolección de datos en campo, durante la segunda etapa, se utilizó el formato de orden de cambio para registrar las principales causas de los cambios, así como del proceso de gestión de cambios que se observó en cada uno de los proyectos. Finalmente, con la lista de verificación diseñada en la tercera etapa, se evaluaron los procesos de gestión de cambios aplicados en los proyectos, con el fin de obtener los respectivos grados de madurez. El grado de madurez de cada proyecto se estimó con base de las respuestas de los principales administradores a cargo.

Tabla 3.1. Relación entre instrumentos de investigación y objetivos específicos

<b>Etapas de la investigación</b>	<b>Instrumento de medición</b>	<b>Objetivo específico</b>
I	Cuestionario	Identificar los cambios que se presentan con mayor frecuencia, sus consecuencias y el proceso de gestión de cambios en el medio local.
II	Formato de órdenes de cambio	Identificar las causas principales de cambios, así como el proceso de gestión de cambios en el medio local.
III	Lista de verificación	Evaluar el grado de madurez del proceso de gestión de cambios que tienen las empresas constructoras en el medio local.

### 3.3 Etapa I: Cuestionario

Se realizó un cuestionario para obtener la percepción de los administradores de las empresas en cuanto a los siguientes rubros:

- a) Procesos que se implementan para el manejo de cambios.
- b) Causas que inciden con mayor frecuencia en la construcción de los proyectos observados.

c) Efectos que estos cambios generan cuando se presentan en los proyectos.

Tomando en cuenta dicho propósito se diseñó y aplicó el cuestionario, y se analizaron los resultados, siguiendo los procedimientos explicados en las siguientes secciones.

### 3.3.1 Diseño del cuestionario

El diseño de este instrumento se hizo tomando en consideración los objetivos de este estudio, así como basándose en la revisión de estudios realizados por otros autores, especialmente el que realizó Al-Dubaisi en Arabia Saudita<sup>57</sup> debido a la claridad y buena estructuración de su investigación para con los objetivos planteados en esta tesis. Se prestó mucha atención en presentar el cuestionario en un lenguaje que sea fácil de comprender para los entrevistados.

Se buscó la relación con las directrices del Construction Industry Institute (CII) y el Project Management Institute (PMI), de esta manera, se pudo identificar las preguntas adecuadas para los fines de este estudio, así como hacer una redacción clara y en un formato pragmático.

Tal como se explica a continuación, el cuestionario se dividió en cinco secciones:

La primera sección consistió en una introducción para los entrevistados, en la cual se definieron los términos clave de este estudio y se proveyeron las instrucciones para completar el cuestionario.

La segunda sección se formuló para obtener información general sobre los entrevistados, tal como: dirección de contacto, tamaño de la compañía, tipo de compañía, etc.

La tercera sección se dedicó a averiguar los esfuerzos que hacen las empresas participantes para gestionar los cambios en los proyectos, tales como: frecuencia con

---

<sup>57</sup> Al-Dubaisi. (2000). "Change Orders in Construction Projects In Saudi Arabia", Arabia Saudita, Bell & Howell Information and Learning Company.

la que se presentan los diferentes tipos de cambios, el efecto de los cambios sobre el costo y tiempo de los proyectos, entre otros.

La cuarta sección se dirigió a recolectar la percepción de los entrevistados en cuanto a la frecuencia con la que se presentan las diferentes causas que generan órdenes de cambio, los efectos que estas tienen sobre el desempeño del proyecto y las buenas prácticas del proceso de gestión de cambios que implementan. Básicamente, esto consistió en presentarle a los entrevistados una serie de listas de las causas, los efectos y buenas prácticas, en las cuales se les pedía que indicaran la frecuencia con la que estas se presentan en los proyectos que realizan sus respectivas organizaciones. Dichas listas fueron obtenidas de la revisión de la literatura, por lo cual hubo que hacer una adaptación de los conceptos encontrados, de tal manera que puedan ser comprendidos por los constructores locales. De esta manera, las causas que se incluyeron en esta sección fueron las siguientes:

- Errores en el diseño
- Cambios en los requerimientos de diseño
- Material especificado se encuentra no disponible
- Cambios significativos en las cantidades de trabajo
- Errores en planeación
- Cambio de planes o alcance del dueño
- Condiciones de sitio diferentes
- Mejora de la calidad
- Dificultades financieras del dueño
- Retrasos en el proyecto o cambio del programa de obra por parte del dueño
- Condiciones climáticas
- Cambios tecnológicos
- Nuevas regulaciones gubernamentales
- Definición de objetivos del proyecto
- Falta de coordinación
- Valor ingenieril

- El contratista desea mejorar su condición financiera
- Dificultades financieras del contratista
- Escasez de mano de obra calificada
- Falta de equipo
- Mano de obra defectuosa
- Consideraciones de seguridad

Los efectos considerados fueron los siguientes:

- Decremento en la productividad
- Retraso en completar el programa
- Desacuerdos entre el dueño y el contratista
- Decremento en calidad
- Incremento en el costo del proyecto
- Dinero adicional para el contratista
- Retraso del material y herramientas
- Trabajo en espera
- Aumento en gastos generales
- Retraso en pagos
- Demoliciones y re trabajos

Mientras que las buenas prácticas fueron:

- Los procedimientos para manejar órdenes de cambio son claros desde el comienzo.
- La aprobación de cambios es oportuna.
- Los cambios son negociados por personas conocedoras.
- Los cambios no son realizados sin la apropiada aprobación por escrito.
- El alcance del cambio es claro para todos los involucrados.
- Todos los cambios en diseño son revisados para brindar justificaciones a los mismos.

- Las áreas grises de los documentos contractuales se revisan a detalle antes de su firma.
- La estructura de desglose del trabajo (WBS) u otras técnicas se usan para rastrear el costo de los cambios.

Para indicar la frecuencia de cada una de las causas, efectos, y procesos, los entrevistados debieron calificar su presencia de acuerdo con cinco niveles: “Muy Frecuente”, “Frecuente”, “A Veces”, “Raramente”, o “Nunca”.

La última sección en este cuestionario se dedicó a conocer el proceso de gestión de cambios que se aplica en sus respectivas organizaciones, mediante una serie de preguntas abiertas.

Cabe mencionar que hubo preguntas en donde se permitía elegir más de una opción como respuesta, lo cual haría que la sumatoria total no coincidiera con la muestra total de empresas entrevistadas.

En el Apéndice C se encuentra el cuestionario diseñado como parte de esta etapa.

### 3.3.2 Aplicación del cuestionario

Para la selección de las empresas se realizó una investigación por medio de internet y profesionales conocidos localmente dentro del ramo. Las características principales que estas empresas debían cumplir son las siguientes:

- Ser empresa de tamaño mediano o grande.
- Estar dedicada principalmente al ramo de la edificación.
- Tener su sede en el estado de Yucatán.

De esta manera, se fue recopilando la información de cada empresa identificada y se registró en una tabla. La información que se recopiló incluyó lo siguiente:

- Identificación de la empresa
- Teléfono
- Correo electrónico

- Dirección de la oficina
- Servicios que ofrece

Una vez que se obtuvo la información de las empresas, se les contactó para enviarles una solicitud, la información acerca de esta investigación y el alcance que esto tendría en su empresa, así como la duración que tendría el estudio en su empresa. De esta manera, se solicitó su participación y si la respuesta era positiva entonces se procedía a contactar al gerente de construcción de la empresa, o con algún otro gerente de la empresa en caso de que esto no fuera posible, con el fin de aplicar el cuestionario ya sea de manera personal (mediante una entrevista) o por correo electrónico.

La aplicación del primer cuestionario se consideró como prueba piloto con el fin de verificar su eficacia y afinar el instrumento en caso necesario. De acuerdo con las aportaciones de esta prueba piloto, los cambios necesarios fueron mínimos, incluyendo los siguientes:

- Se cambió el término “contratista” por “constructor” ya que generaba confusión.
- En la pregunta 4 se modificó la clasificación del tamaño de una empresa
- En la pregunta 6 se cambió para que fuera posible la selección de varias opciones.

Como resultado, se obtuvo una muestra de veinte empresas que incluyó, tanto constructoras como empresas dedicadas al diseño, la consultoría y la supervisión.

### 3.3.3 Verificación de la información recopilada con el cuestionario

Después de aplicar el cuestionario, se pudo verificar la información recopilada de la perspectiva del constructor, cotejándola con la recopilada en la segunda etapa (con el formato de orden de cambios) de esta investigación, durante la cual se observó en el sitio la manera como realmente se llevó a cabo la gestión de los cambios en los proyectos observados.

### 3.3.4 Análisis de las respuestas del cuestionario

Mediante los datos obtenidos a través del formato presentado en las entrevistas a los constructores, diseñadores y consultores, se procedió a extraer para cada sección la

información en forma de gráficas o tablas de frecuencia con el fin de obtener conclusiones posteriormente.

Para la segunda sección, se procedió a realizar una tabla con la información obtenida.

Para la tercera sección, la información recopilada se graficó ya sea en histogramas de frecuencia o gráficas circulares. Algunas respuestas se resumieron en una tabla.

Para la cuarta sección, se buscó dividir en dos grupos principales las respuestas, que son: “Más frecuentes” y “Menos frecuentes”.

Los efectos, causas y buenas prácticas se identificaron como “Más frecuente” cuando la mayoría de las empresas (es decir once o más) lo consideraron como “Muy frecuente” o “Frecuente”. De tal manera que hubo que sumar el total de empresas que respondieron “Muy frecuente” y “Frecuente”, tal como se ejemplifica en la Fig.3.1, en donde se muestra que el efecto “Aumento en gastos generales” sería considerado como “Más frecuente” ya que la suma de las columnas A (“Muy frecuente”) y B (“Frecuente”) resultaría quince y, por ende, sería mayoría en una muestra de veinte empresas.

Efecto	Más Frecuentes		
	Muy Frecuente (A)	Frecuente (B)	A+B
Aumento en gastos generales	2	13	15

**Figura 3.1** Ejemplo de definición de respuesta destacable en la categoría “Más frecuente”

Por otro lado, para catalogar un efecto, una causa o una buena práctica como “Menos frecuentes” la mayoría de las empresas (es decir once o más) deberían considerarlo como “Raramente” o “Nunca”. De tal forma que se realizó la suma aritmética del total de empresas que contestaron “Raramente” y “Nunca” tal como se presenta en el ejemplo de la Fig.3.2, en donde se observa que el efecto “Dinero adicional para el constructor” es catalogado como “Menos Frecuente” ya que la suma de la columna C (“Raramente”) con la columna D (“Nunca”) da como resultado catorce (columna C+D).

Efectos	Menos Frecuentes		
	Raramente (C)	Nunca (D)	C+D
Dinero adicional para el constructor	10	4	14

**Figura 3.2** Ejemplo de definición de respuesta destacable en la categoría “Menos frecuente”

Los datos de la recolección obtenidos por medio de cuestionarios fueron de utilidad para poder comparar lo que se obtuvo en campo, contra la perspectiva del constructor. De esta manera, se pudo determinar si la percepción de los constructores con respecto a la manera en cómo se gestionan los cambios está acorde con lo que sucede en sus obras realmente.

### 3.4 Etapa II: Formato de orden de cambio

Después de la realización del cuestionario, se procedió a estudiar la manera real de cómo las empresas investigadas llevan a cabo la gestión de sus cambios. Esta parte de la investigación se obtuvo mediante los siguientes rubros:

- Recolectar información acerca de los cambios que se presentan en sus proyectos, incluyendo sus causas.
- Determinar las consecuencias que generan estos cambios en el desempeño de los proyectos.

#### 3.4.1 Diseño del formato de orden de cambio (OC-01)

Con base en los formatos propuestos por el Instituto Americano de Arquitectos (G701-2017) y por Chamoun en su libro “Administración Profesional de Proyectos”<sup>58</sup>, se

---

<sup>58</sup> Chamoun. (2002). “Administración Profesional de Proyectos.La Guía”, México, Mc Graw Hill.

construyó el formato OC-01 que sirvió para recopilar la información requerida en esta investigación y que permitió describir a detalle cada uno de los cambios que se generaron en los proyectos observados. El formato construido se muestra en el Apéndice D.1 de esta investigación y sus secciones principales son:

- a) Datos Generales. En esta sección se asignó un número para identificar el cambio observado, se identificó el proyecto y la partida al que pertenece el cambio. También se registró el tipo de contrato utilizado para la construcción del proyecto y el monto contratado.
- b) Descripción detallada del cambio. Se procedió a realizar una descripción detallada del cambio observado, mencionando las áreas del edificio que fueron afectadas, así como la descripción de los trabajos que implicó la ejecución de este cambio en el proyecto.
- c) Motivos. Se identificó la razón que originó el cambio.
- d) Documentos anexos. Se realizó una verificación de los principales documentos que sirven para justificar el cambio y que se consideran necesarios para una adecuada gestión de cada orden de cambio.
- e) Montos. Esta sección fue diseñada para identificar el impacto que puede generar un cambio en el desempeño del proyecto en términos de costo. Esto incluyó el registro del monto neto de la orden de cambio.
- f) Duración de las actividades del proceso de gestión de cambios. En este apartado se reportó el intervalo de fechas durante las cuales se realizaron las diferentes actividades que conforman el proceso de gestión de un cambio; a partir de lo cual, se pudo determinar la duración (en días) de cada actividad. A su vez, estas actividades se clasificaron en cuatro etapas, de acuerdo con lo siguiente:
  - Identificación del cambio
    - Revisión de obra para identificar cambios.
  - Evaluación del cambio
    - Evaluación del cambio por parte del propietario/supervisor.
    - Agrupación de varios conceptos de trabajo que integran el cambio.

- Autorización de la orden de cambio
  - Redacción de la orden de cambio por parte del propietario/supervisor.
  - Propietario/supervisor y constructora autorizan la orden de cambio.
- Presupuestación del cambio:
  - Elaboración y compilación de documentos por parte del constructor para validar la orden de cambio.
  - Cotización del cambio por parte del constructor y envío al propietario/supervisor.
  - Conciliación del precio del cambio entre el propietario/supervisor y el constructor.

La medición de la duración de estas actividades permitió realizar una estimación de la duración del proceso de gestión de cambios en el contexto local.

Las actividades que se realizaron con ayuda de este formato (OC-01) en el sitio de construcción, incluyeron las siguientes:

- Recolección de órdenes de cambio
- Verificación de documentos
- Seguimiento del proceso de gestión de cambios

Posteriormente, con el fin de concentrar la información que se recopiló de todos los cambios observados en un proyecto, se diseñó una hoja de cálculo en Excel con base en la propuesta por Chamoun.<sup>59</sup> Esta tabla facilitó el seguimiento puntual y eficiente del proceso de gestión de cada uno de los cambios observados en el proyecto. En el Apéndice D.2 se muestra el formato de la tabla que se utilizó para concentrar la información sobre cada cambio, incluyendo lo siguiente:

- Partida, para determinar a qué especialidad corresponde el cambio.
- Contrato, para catalogarlo dentro de una obra en específico.

---

<sup>59</sup> Chamoun. (2002). "Administración Profesional de Proyectos.La Guía", México, Mc Graw Hill.

- Folio de orden de cambio, permitió dar una identificación al cambio.
- Descripción breve de los trabajos, en el que se incluye a detalle el alcance de los trabajos ejecutados o a ejecutar que representan el cambio.
- Estatus, el cual indicó la etapa en la que se encuentra el proceso de la gestión de un cambio, de acuerdo con la siguiente clasificación: OC Identificada (si el cambio se encontraba en el formato OC-01 pero aún no había sido autorizado ni cotizado), OC Cotizada (si el cambio se encontraba en proceso de cotización), OC Presupuesto por Autorizar (si la cotización del cambio se encontraba en revisión por el dueño) y OC Autorizada (si la ejecución del cambio había sido autorizada, una vez que se había aprobado su costo).
- Causa (ejemplo: solicitud del cliente, errores u omisiones, condiciones inesperadas, oportunidades de ahorro)
- Documentos, con lo cual se verifica la documentación con la que se cuenta para respaldar el cambio (por ejemplo, notas de bitácora, tarjetas de precios unitarios, generadoras, etc.).
- Costo total de los cambios observados en el proyecto, el cual se identificó como una Aditiva (+) o una Deductiva (-), dependiendo si es pagado por el constructor o por el cliente.

### 3.4.2 Aplicación del formato de orden de cambio (OC-1)

Para la aplicación de este instrumento se procedió a buscar proyectos de construcción en las empresas que formaron parte del cuestionario, es decir, se consultó con las veinte empresas si en el momento tenían proyectos de construcción que cumplan con las siguientes características:

De las veinte empresas, cuatro comentaron que tenían proyectos activos que se podían estudiar, por lo que se procedió a examinar las características de los proyectos con base en estos dos aspectos:

- a) Ser proyectos de construcción medianos o grandes (es decir con montos mayores a 2 millones de pesos).

b) Ser proyectos de construcción de tipo edificación, es decir, hospitales y clínicas, edificios industriales, comerciales, y de servicios; se excluye vivienda, carreteras y cualquier otro tipo de construcción.

Una vez aplicado el filtro con las características mencionadas, se procedió a dar seguimiento a los cambios que se presentaron en cuatro proyectos de tres diferentes empresas. En la Tabla 3.2 se proporciona información sobre los proyectos que se observaron en este estudio.

Tabla 3.2. Proyectos observados en este estudio

	Descripción del proyecto	Presupuesto aprobado	Formato de contrato	Duración (meses)	Cantidad de órdenes	Partidas observadas
1	Hotel con sótano y 5 niveles, distribuidos en 6 edificios y casona (Empresa 1)	\$94,226,478.24	Precios unitarios	10	25	Albañilería, estructura metálica, cancelería, herrería, trabajos preliminares
2	Edificio de departamentos (Empresa 1)	\$14,563,800.28	Precios unitarios	7	20	Albañilería, herrería, trabajos preliminares, acometida eléctrica
3	Planta de tratamiento, cisternas, escaleras, cubo de elevadores, acabados en hoteles (Empresa 2)	\$17,110,290.00	Precios unitarios	7	9	Albañilería, herrería, impermeabilización
4	Restaurante bar (Empresa 3)	\$12,180,000.00	Precios unitarios	6	10	Albañilería, acabados, cimentación, cancelería, herrería, plomería

### 3.4.3 Análisis del formato de orden de cambio

De acuerdo con el formato de orden de cambio (OC-1) se analizó cada sección la información de la siguiente manera:

- a) Datos Generales. De esta sección se obtuvo la información básica del cambio, identificando a que partida pertenecía para poder graficar esta información y obtener conclusiones al respecto, de igual modo se registró el tipo de contrato utilizado para la construcción del proyecto y el monto contratado para determinar su frecuencia en el contexto local.
- b) Descripción detallada del cambio. Se pudo obtener el alcance que tuvieron los diferentes cambios en los proyectos.
- c) Motivos. En esta sección se determinó cual es el motivo principal que origina un cambio en un proyecto y se graficó la información para extraer un análisis.
- d) Documentos anexos. Se analizó la información de esta sección por medio de tablas de frecuencia para determinar los documentos principales que sirven para una correcta gestión de cada orden de cambio.
- e) Montos. En este apartado se realizó un análisis entre el monto que representa el cambio con respecto al monto del proyecto para poder identificar el impacto que puede generar un cambio en el desempeño del proyecto en términos de costo.
- f) Duración de las actividades del proceso de gestión de cambios. Para el análisis de esta sección se obtuvo el promedio de cada una de las actividades que conforman el proceso de gestión de cambios, así como del proceso completo de gestión de cambios y poder obtener conclusiones al respecto.

### **3.5 Etapa III: Lista de verificación**

El objetivo principal de este instrumento fue evaluar el nivel de madurez en los procesos de gestión de cambios que se empleó en cada uno de los cuatro proyectos observados (ver Tabla 3.2).

A continuación, se presenta el procedimiento que se siguió para el diseño de este instrumento, así como los criterios que se tomaron en cuenta para determinar el nivel de madurez de la gestión de cambios en los proyectos. Posteriormente se explica la manera como se aplicó el instrumento y el análisis de la información recopilada.

### 3.5.1 Diseño de la lista de verificación

Con base en el trabajo de Anees<sup>60</sup> acerca de la evaluación de la eficiencia de la gestión de cambios, se decidió emplear una lista de verificación con el propósito de evaluar el nivel de gestión de cambios en los proyectos observados. El diseño de la lista de verificación se basó en los principios que deben regir a un sistema de gestión de cambios (SGC), los cuales fueron presentados en el Capítulo II de este documento. El propósito principal de esta sección es presentar los criterios que se consideraron para evaluar la de cada una de las etapas del proceso de gestión de cambios: reconocer el cambio, evaluar el cambio, estimar el costo del cambio, implementar el cambio y mejorar continuamente a partir de lecciones aprendidas. Estos criterios se sintetizaron en la Tabla 3.3, y se aclaran a continuación para cada una de dichas etapas.

- Reconocer el cambio. Esta etapa tiene como objetivo conocer todo lo relacionado con el proyecto desde su alcance hasta su costo y duración, con el fin de identificar de manera rápida y eficiente cualquier cambio que se pueda presentar. Los criterios definidos para evaluar la ejecución de esta etapa se enfocan en dos aspectos: el porcentaje de órdenes de cambio (OC) que emite el constructor con respecto al total de cambios registrados en el proyecto y la proporción de OC emitidas que generaron discrepancia debido a errores.
- Evaluar el cambio. Se busca en esencia que el proceso de gestión esté bien definido en cuanto a quiénes deben dar autorizaciones, y cómo se deben determinar los efectos y costos de los cambios. Para esto se debe tener un procedimiento bien estructurado desde el comienzo de la construcción, lo cual implica un factor para saber si la empresa está teniendo una buena gestión.

---

<sup>60</sup> Anees et al. (2013). "Evaluation of Change Management Efficiency Of Construction Contractors", HBRC Journal, 9:1, 77-85.

Tabla 3.3 Criterios de evaluación de la lista de verificación

Etapa	Criterio para evaluar implementación	Pregunta	Opciones de respuesta
<b>Reconocer el cambio.</b> Establecer el alcance, duración y costo del proyecto por medio de los documentos de contrato, y así identificar cualquier cambio que se pueda producir.	<b>Relación entre las órdenes de cambio (OC) iniciadas por el constructor hacia el consultor, diseñador o dueño.</b> Si el número de órdenes de cambio iniciadas por el constructor excede al número de OC iniciadas por el consultor, diseñador o dueño, indicará que el constructor tiene un equipo de trabajo que conoce adecuadamente el proyecto (es decir las condiciones del sitio y por ende puede identificar fácilmente un cambio) y que tiene la experiencia necesaria para manejarlo	c. Porcentaje de órdenes de cambio iniciadas (emitidas) por el constructor hacia el consultor, diseñador o dueño	Porcentaje directamente proporcional a la puntuación
	<b>Proporción de órdenes de cambio iniciadas debido a las discrepancias entre los documentos (programa de obra, presupuesto y planos).</b> Si el número de órdenes de cambio iniciadas debido a las discrepancias de los documentos excede al número de órdenes de cambio iniciadas debido a que se difiere en las condiciones del sitio, esto indica que a pesar de que las condiciones del sitio son diferentes, la constructora tiene la capacidad de identificar el cambio potencial.	d. Porcentaje de órdenes de cambio que generaron discrepancia debido a diferencias entre el documento y las condiciones del sitio	Porcentaje directamente proporcional a la puntuación
<b>Evaluar el cambio.</b> Los objetivos principales son determinar autorizaciones, medidas a tomar y calcular efectos del cambio.	<b>Procedimiento de gestión de órdenes de cambio bien estructurado.</b> Si el procedimiento para manejar las órdenes de cambio está bien estructurado o no desde el inicio del proyecto, esto indica si la empresa constructora tiene un sistema bien definido para manejar las órdenes de cambio, así como la capacidad de administrarlos desde el inicio del proyecto (fase de pre construcción) o no.	a. ¿La compañía aclara el procedimiento para manejar las órdenes de cambio desde el inicio del proyecto a los involucrados?	Escala de valores lingüísticos
<b>Estimar el costo del cambio.</b> Se busca obtener el costo del cambio y determinar las justificaciones de la ejecución del cambio	<b>Estimando el costo del cambio (fijación de precio).</b> Si el precio del cambio considera los efectos indirectos o no, esto indica si la empresa constructora está desarrollando una ingeniería de costo óptima o no.	e. ¿La estimación del costo de la orden de cambio considera los indirectos o no?	Escala de valores lingüísticos
	<b>Control del costo del cambio.</b> La constructora debe realizar un seguimiento del costo del cambio a través de alguna técnica de rastreo, si la empresa hace uso de alguna técnica entonces tiene una buena gestión.	g. ¿Utiliza la empresa constructora alguna técnica para rastrear el costo del cambio?	Escala de valores lingüísticos
	<b>Verificación y revisión de cambios por medio de una justificación.</b> Si la empresa realiza la adecuada justificación de cada uno de sus cambios entonces está realizando un adecuado control y estimación del cambio.	f. ¿Todos los cambios al diseño son verificados y justificados?	Escala de valores lingüísticos
<b>Implementar el cambio.</b> Todos los cambios necesitan pasar por un proceso formal de aprobación para ello es esencial una negociación y evaluación del cambio.	<b>Negociación y ejecución de las OC.</b> La habilidad del negociador hacia las órdenes de cambio es vital, ya que así se podrá manejar de una manera profesional las OC, evitando conflictos con la otra parte	b. ¿La orden de cambio es revisada y negociada por personas con los conocimientos y capacidades necesarias?	Escala de valores lingüísticos
	<b>Evaluación de la ejecución del cambio.</b> El evaluador debe asegurarse de que la empresa constructora registre y rastree el estado de los cambios a través de un formato de orden de cambio	h. ¿Registra la empresa constructora el documento original y las adiciones hechas a través de una orden de cambio?	Escala de valores lingüísticos
	<b>Aprobación de órdenes de cambio sin un documento por escrito.</b> Si un cambio se aprueba y se ejecuta sin contar con un documento por escrito que avale su ejecución, es una mala práctica que puede generar pérdidas y disputas.	j. Porcentaje de órdenes de cambio procesadas sin contar con un documento por escrito de aprobación de los trabajos	Porcentaje directamente proporcional a la puntuación
<b>Mejorar continuamente a partir de lecciones aprendidas.</b> Su enfoque es encontrar la raíz que causo el cambio y evaluar los errores cometidos.	<b>Recopilación de datos históricos de lecciones aprendidas.</b> Para mejorar, la empresa debe tener una base de datos históricos en un documento llamado: "Lecciones aprendidas"	i. ¿Tiene la compañía constructora una base de datos histórica para las lecciones aprendidas que comprende cualquier lección aprendida acerca de la gestión de cambios?	Escala de valores lingüísticos

- Estimar el costo del cambio. Se centra primordialmente en determinar el costo del cambio, así como las técnicas para controlarlo, por lo que se establecieron tres criterios: consideración de los costos o efectos indirectos en el costo, utilización de una técnica de seguimiento del costo, y elaboración de una justificación para cada cambio.
- Implementar el cambio. Se enfoca en el manejo de las órdenes de cambio, desde las habilidades de negociación que debe poseer el que las gestione, hasta el registro del estado en el que se encuentran los cambios.
- Mejorar continuamente a partir de las lecciones aprendidas. Este aspecto es muy importante en el proceso ya que permite el aprendizaje a partir de los errores y aciertos de los proyectos que quedan registrados para ser usados en futuros proyectos, y de esta manera la organización aprende y mejora continuamente.

En la Tabla 3.4 se presenta el formato de la lista de verificación que se diseñó.

### 3.5.2 Aplicación de la lista de verificación

La lista de verificación se aplicó en los mismos proyectos a cuyas órdenes de cambio se le dio seguimiento (ver sección 3.4.2). Esto se hizo por partida doble; por un lado, fue respondida por el personal con el nivel administrativo más alto dentro de la organización del proyecto, con la finalidad de determinar el nivel de gestión de cambios que tienen desde el punto de vista de la administración del proyecto; por otro lado, también fue verificada por el propio investigador apoyándose en la información recopilada durante el seguimiento a las órdenes de cambio (ver sección 3.4.2)..

N° Pregunta	Caso de estudio #	
	Respuesta	Puntuación
(a) ¿La compañía aclara el procedimiento para manejar las órdenes de cambio desde el inicio del proyecto a los involucrados? Siempre=100 pts Casi siempre=75 pts A veces=50 pts Casi nunca=25 pts Nunca=0 pts		
(b) ¿La orden de cambio es revisada y negociada por personas con los conocimientos y capacidades necesarias? Siempre=100 pts Casi siempre=75 pts A veces=50 pts Casi nunca=25 pts Nunca=0 pts		
(c) Porcentaje de órdenes de cambio iniciadas (emitidas) por el constructor hacia el consultor, diseñador o dueño (el porcentaje es directamente proporcional al nivel de gestión de cambios que se tiene)		
(d) Porcentaje de órdenes de cambio que generaron discrepancia debido a diferencias entre el documento y las condiciones del sitio (el porcentaje es directamente proporcional al nivel de gestión de cambios que se tiene)		
(e) ¿La estimación del costo de la orden de cambio considera los indirectos o no? Si=100 No=0		
(f) ¿Todos los cambios al diseño son verificados y justificados? Siempre=100 pts Casi siempre=75 pts A veces=50 pts Casi nunca=25 pts Nunca=0 pts		
(g) ¿Utiliza la empresa constructora alguna técnica para rastrear el costo del cambio? Siempre=100 pts Casi siempre=75 pts A veces=50 pts Casi nunca=25 pts Nunca=0 pts		
(h) ¿Registra la empresa constructora el documento original y las adiciones hechas a través de una orden de cambio? Si=100 No=0		
(i) ¿Tiene la compañía constructora una base de datos histórica para las lecciones aprendidas que comprende cualquier lección aprendida acerca de la gestión de cambios? Si=100 No=0		
(j) Porcentaje de órdenes de cambio procesadas sin contar con un documento por escrito de aprobación de los trabajos (el porcentaje es directamente proporcional al nivel de gestión de cambios que se tiene)		
<b>Puntuación alcanzada (de acuerdo a la media):</b>		<b>%</b>
<b>Nivel de gestión de cambio (A,B,C o D)</b>		

Tabla 3.4 Formato de la lista de verificación

### 3.5.3 Análisis de la lista de verificación

Los ítems que incluyó el formato de la lista de verificación (ver Tabla 3.4) tuvieron tres diferentes opciones de respuesta, a las cuales se asoció una puntuación numérica que permitió realizar un análisis cuantitativo para obtener conclusiones. A continuación, se precisan estas opciones de respuesta:

- a) Escala de valores lingüísticos, mediante la cual se respondieron los ítems a, b, f, y g del formato (ver Tabla 3.4), incluyó los siguientes términos y respectivos valores numéricos:
  - “Siempre” = 100 puntos
  - “Casi siempre” = 75 puntos
  - “A veces” = 50 puntos
  - “Casi nunca” = 25 puntos
  - “Nunca” = 0 puntos
- b) Porcentaje indicado por el encuestado, requerido para responder a los ítems c, d, y j, para el cual se asoció un valor numérico de la misma proporción del porcentaje indicado; por ejemplo, si el encuestado respondió 60%, entonces se asignó un valor de sesenta a dicha respuesta.
- c) Dicotomía, en cuyo caso la respuesta debió ser SI o NO, tal como en los ítems e, h, e i. En este caso se asoció un valor de 100 puntos para la respuesta afirmativa y de cero puntos para la negativa.

Con las respuestas dadas a los ítems de la lista se obtuvo la puntuación promedio para cada proyecto. Por ejemplo, en la Tabla 3.5 la columna “Puntuación” proporciona los correspondientes valores numéricos para las respuestas dadas en un proyecto, con los cuales, al sumarse y dividirse entre el número de ítems (es decir, diez), resulta un promedio de 73.8 puntos, tal como se expresa a continuación:

$$\text{Promedio } (\bar{x}) = \frac{\sum X}{N} = \frac{(67.5 + 85 + 80 + 65 + 100 + 67.5 + 85 + 100 + 0 + 88)}{10} = \frac{738}{10} = 73.8$$

Siendo X la suma de los valores numéricos y N el número total de ítems.

Tabla 3.5 Ejemplo de obtención de puntuación y nivel alcanzado en un proyecto

N° Pregunta	Caso de estudio no 1	
	Frecuencia observada	Puntuación
(a) ¿La compañía aclara el procedimiento para manejar las órdenes de cambio desde el inicio del proyecto a los involucrados?	A veces	67.5
(b) ¿La orden de cambio es revisada y negociada por personas con los conocimientos y capacidades necesarias?	A menudo	85
(c) Porcentaje de órdenes de cambio iniciadas (emitidas) por el constructor hacia el consultor, diseñador o dueño (el porcentaje es directamente proporcional al nivel de gestión de cambios que se tiene)	80%	80
(d) Porcentaje de órdenes de cambio que generaron discrepancia debido a diferencias entre el documento y las condiciones del sitio (el porcentaje es directamente proporcional al nivel de gestión de cambios que se tiene)	35%	65
(e) ¿La estimación del costo de la orden de cambio considera los indirectos o no?	Si	100
(f) ¿Todos los cambios al diseño son verificados y justificados?	A veces	67.5
(g) ¿Utiliza la empresa constructora alguna técnica para rastrear el costo del cambio?	A menudo	85
(h) ¿Registra la empresa constructora el documento original y las adiciones hechas a través de una orden de cambio?	Si	100
(i) ¿Tiene la compañía constructora una base de datos histórica para las lecciones aprendidas que comprende cualquier lección aprendida acerca de la gestión de cambios?	No	0
(j) Porcentaje de órdenes de cambio procesadas sin contar con un documento por escrito de aprobación de los trabajos (el porcentaje es directamente proporcional al nivel de gestión de cambios que se tiene)	12%	88
<b>Puntuación alcanzada (de acuerdo a la media):</b>	<b>73.8</b>	<b>pts</b>
<b>Nivel de gestión de cambio (A,B ,C o D)</b>		<b>B</b>

Una vez obtenida la puntuación en un proyecto, se pudo determinar el nivel de gestión alcanzado tomando como referencia el criterio establecido en la Tabla 3.6,<sup>61</sup> en la cual están definidos tanto los rangos de puntuación correspondientes a cada nivel, así como su interpretación.

Tabla 3.6 Niveles de madurez del sistema de gestión de cambios

Nivel alcanzado	Puntuación alcanzada	Interpretación del nivel
A	76 a 100	Se tiene un SGC bien definido y debe mantenerse
B	51 a 75.9	Se tiene un sistema de gestión, pero no es lo suficientemente eficiente y por ende debe mejorarse
C	26 a 50.9	Se tiene un SGC muy deficiente, por lo tanto, debe aplicarse cambios drásticos
D	Menor a 25.9	No se tiene un sistema para gestionar cambios, debe implementarse uno

<sup>61</sup> Anees et al. (2013). "Evaluation of Change Management Efficiency Of Construction Contractors", HBRC Journal, 9:1, 77-85.

Después de determinar el nivel de gestión alcanzado en cada proyecto, se procedió a identificar las principales deficiencias que tienen las empresas en su SGC. Para esto, en cada proyecto se revisó la respuesta dada por el respectivo administrador a cada uno de los ítems de la lista de verificación, y el resultado se clasificó como “deficiente”, si su correspondiente puntuación se encontraba entre 0.00 y 67.50, o “no deficiente”, si su puntuación se encontraba entre 67.51 y 100.00. A partir de esta clasificación de los resultados se pudo identificar qué tan común es la deficiencia en los aspectos a los que se refiere cada ítem, aplicando el siguiente criterio: si en dos o más proyectos se obtenía un resultado deficiente en un ítem dado, entonces la deficiencia en la gestión de los cambios sería considerada como “común”. Por ejemplo, con los resultados mostrados en la Tabla 3.7 se puede deducir que la deficiencia es común en cuanto a los aspectos a los que se refieren a las preguntas “a” y “d”, pues en dos o más proyectos los resultados fueron clasificados como deficientes.

Tabla 3.7 Ejemplo sobre la determinación de “deficiencia común” en un proyecto

Proyecto	Ítems de la lista de verificación con sus respectivos resultados "deficientes"									
	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j
Proyecto #1	○	○	●	●	●	○	●	○	●	○
Proyecto #2	●	●	○	○	○	●	○	○	○	○
Proyecto #3	○	○	○	●	○	○	○	○	○	○
Proyecto #4	●	○	○	●	○	○	○	●	○	●
<b>Deficiencia común:</b>	▲			▲						

- Deficiente (entre 0.00 a 67.5)
- No deficiente (67.51 a 100.00)
- ▲ Deficiencia común

## **CAPÍTULO IV**

### **RESULTADOS**

En el presente capítulo se presentan los resultados obtenidos durante el desarrollo de la investigación. Primero se describen las respuestas obtenidas a través del cuestionario aplicado en la Etapa I del estudio, con el objetivo de identificar el proceso de gestión de cambios que se aplica en las veinte empresas que participaron. Posteriormente, se presenta la información recopilada con el formato de orden de cambio (OC-01) durante la Etapa II, sobre los cambios que se presentaron durante el periodo de observación de cuatro proyectos, para dar seguimiento al respectivo proceso de gestión de cambios, así como registrar el impacto económico que estos cambios representan en el proyecto. Finalmente se reporta lo obtenido en la Etapa III con la aplicación de la lista de verificación en los mismos proyectos observados en la etapa anterior.

#### **4.1 Resultados de la Etapa I**

Treinta y una empresas locales del ramo de la construcción (incluyendo firmas de diseño, consultoría, y supervisión) fueron contactadas ya sea por teléfono o por correo electrónico para averiguar su disponibilidad para responder el cuestionario. De estas, veinte accedieron para que alguno de sus principales gerentes respondiera; lo cual representa un 68.81% de respuesta. Diez respondieron el cuestionario de manera personal mediante entrevistas, y diez de manera impersonal a través de correo electrónico.

A continuación, se presenta los resultados obtenidos con la aplicación de este cuestionario.

##### **4.1.1 Resultados en la sección “Información general de la empresa”**

En la Tabla 4.1 se encuentran los resultados obtenidos para esta sección del cuestionario, de la cual se destacan los siguientes puntos:

- Catorce de las veinte empresas que respondieron el cuestionario se dedican a la construcción, cinco al diseño, y tres a la consultoría y supervisión.
- Una parte considerable (ocho de veinte empresas) cuenta con una experiencia de entre cinco y diez años, seguido de menos de cinco años de experiencia en el ramo (siete de veinte).
- La mayor parte cuenta con diez a veinte trabajadores (once de veinte).
- En la mayoría de las empresas (quince de veinte) manifestaron que se dedican principalmente al sector privado.
- Las subramas de edificaciones que más realizan estas empresas son: servicios (dieciocho de veinte), industriales (doce de veinte), y comerciales (quince de veinte).
- Por otro lado, todas las personas que se encargaron de responder este cuestionario tenían puestos gerenciales en sus respectivas organizaciones, con una antigüedad de entre cinco y diez años.

Tabla 4.1 Resultados obtenidos en la sección “Información general” del cuestionario

Opciones Empresa entrevistada	Tipo de empresa		Años de experiencia				Cantidad de trabajadores			Tipo de proyectos		Tipo de proyectos de edificación ejecutados							
	Constructora	Consultoría/Supervisión	Diseño	Menos de 5 años	5 a 10 años	11 a 15 años	Más de 15 años	Menos de 10	10 a 20	21 a 50	Más de 50	Sector público	Sector privado	Hospitales y clínicas	Escuelas	Trabajos auxiliares	Edificios industriales	Edificios comerciales	Edificios de servicios
1	X			X				X				X		X					
2	X						X	X				X		X			X	X	X
3	X						X		X			X					X		
4	X						X		X			X		X	X		X	X	X
5	X				X					X	X	X	X	X		X	X	X	X
6	X			X				X				X					X	X	X
7	X				X				X			X	X	X			X	X	
8	X			X				X				X	X				X	X	X
9	X			X					X			X		X			X		X
10	X				X			X				X					X		X
11	X				X				X			X	X		X	X		X	X
12	X			X				X				X	X				X	X	X
13	X		X	X				X				X						X	X
14	X		X		X			X				X					X	X	X
15			X		X			X				X		X				X	X
16			X				X	X				X						X	X
17	X		X			X		X				X						X	X
18		X			X			X				X		X				X	X
19		X			X			X				X						X	X
20		X	X					X				X					X	X	X

#### 4.1.2 Resultados de la sección “Características de la Industria”

Tal como se aprecia en la Figura 4.1, ocho de las veinte empresas participantes en este estudio manifestaron que la variación en el valor contractual de sus proyectos, debida a las órdenes de cambio, se encuentra entre el 6 y 10%; seis indicaron que entre 16 y 20%; y cuatro entre 11 y 15%. También, de acuerdo con la mayoría de estas empresas (doce de veinte), el porcentaje promedio de retraso que generan las órdenes de cambio al programa original de los proyectos se encuentra entre un 10 y 20% (ver Figura 4.2), mientras que el resto de estas empresas (seis de las veinte) indicaron una variación menor al 10%, mientras que solo una pequeña parte (dos de veinte) manifestaron más de un 20%.

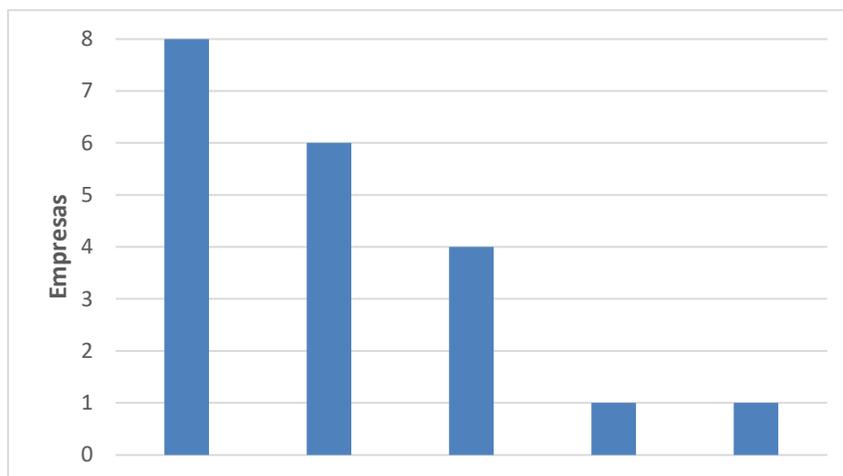


Figura 4.1 Variación presupuestal debido a cambios

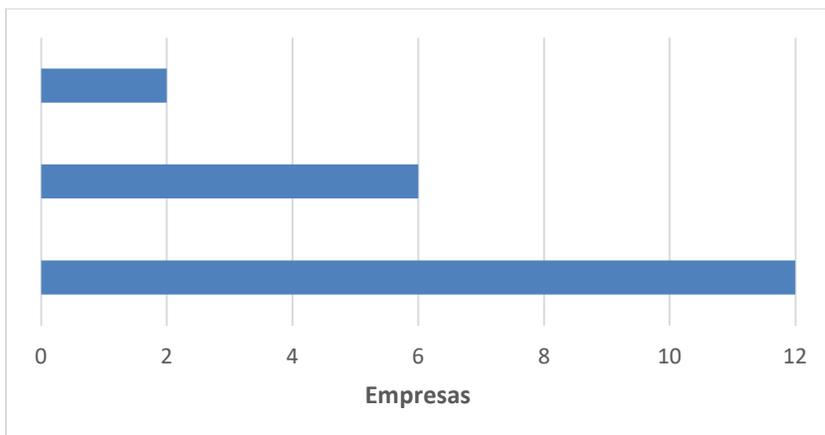


Figura 4.2 Variación del programa de obra debido a cambios

Por otro lado, una buena parte de las empresas (ocho de veinte) señaló al dueño como la principal entidad que genera los cambios, mientras que solo tres señalaron al diseñador y al constructor, y dos al consultor. El resto indicio que todos contribuyen de forma proporcional. (ver Figura 4.3).



Figura 4.3 Principales generadores de cambios

En cuanto al formato para dar seguimiento a los cambios que se generan durante un proyecto, la mayor parte de estas empresas (trece de veinte) indicó que utiliza un formato propio para órdenes de cambio (ver Figura 4.4); mientras que el resto se adhiere al que maneja el cliente del proyecto.

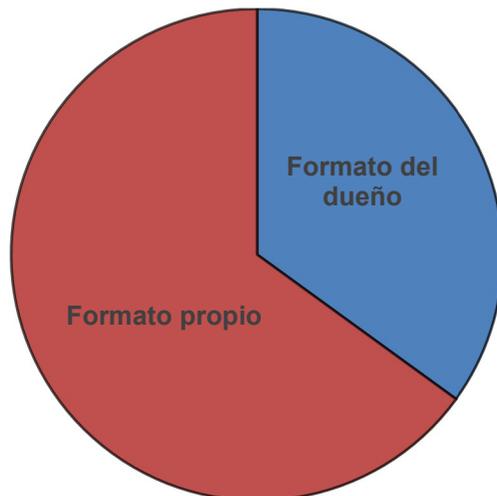


Figura 4.4 Principales formatos de seguimiento de cambios

La mayoría de las empresas (diecisiete de veinte) indicó que sus clientes utilizan con mayor frecuencia los contratos por concurso en formato de precios unitarios (ver Figura 4.5). Las compensaciones debido a órdenes de cambios se hacen mayormente (once de veinte empresas) con base en precios unitarios, tal como se estableció en el contrato, mientras que una parte considerable (siete de veinte) realizan un ajuste de los precios unitarios y resto (tres de veinte) le agregan un margen al costo real. (ver Figura 4.6).



Figura 4.5 Tipo de contrato que utilizan con mayor frecuencia

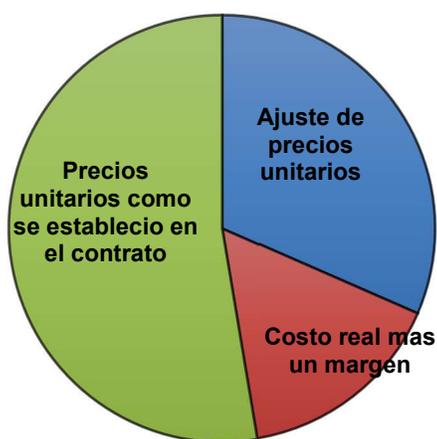


Figura 4.6 Modalidad frecuente para compensar cambios

También la mayoría (doce de veinte) señaló que ninguna orden de cambio es autorizada sin el uso de un medio por escrito (ver Figura 4.7); mientras que solo una pequeña parte (cinco de veinte) señaló que para los cambios urgentes se permite su autorización sin un medio escrito.

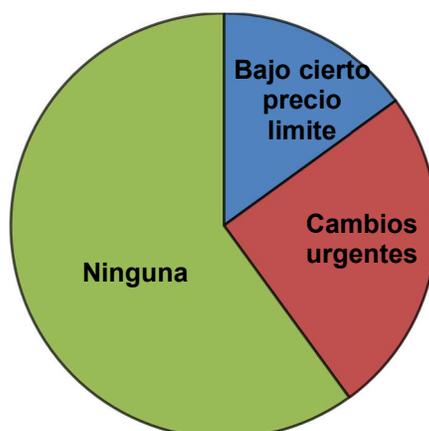


Figura 4.7 Frecuencia de aprobación de cambios sin un documento por escrito

Para la aprobación de una orden de cambio, la mayoría (once de veinte) señaló que dos personas deben de dar su visto bueno, una buena parte (seis de veinte) señalo que tres. (ver Figura 4.8).

La rotación de personal dedicado a la administración de los proyectos es bastante considerable ya que solamente la mitad de las empresas (diez de veinte) manifestó que dicho personal se mantiene sin cambios durante todo un proyecto.

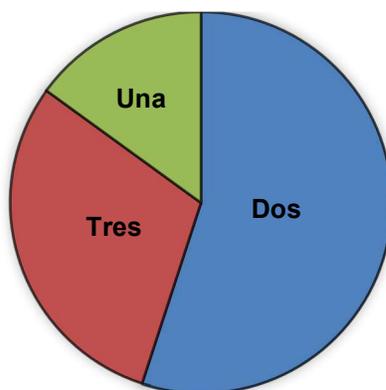


Figura 4.8 Número de personas necesarias para autorizar un cambio

En cuanto a las partidas en las que se presentan cambios con mayor frecuencia, la mayoría de las empresas (once de veinte) señaló la de acabados como aquella en la que surgen más cambios durante un proyecto (ver Figura 4.9), seguida por la de plomería y electricidad (seis de veinte) y la de estructuras (seis de veinte), tanto albañilería como cimentaciones fueron las que menos señalaron (uno de veinte).

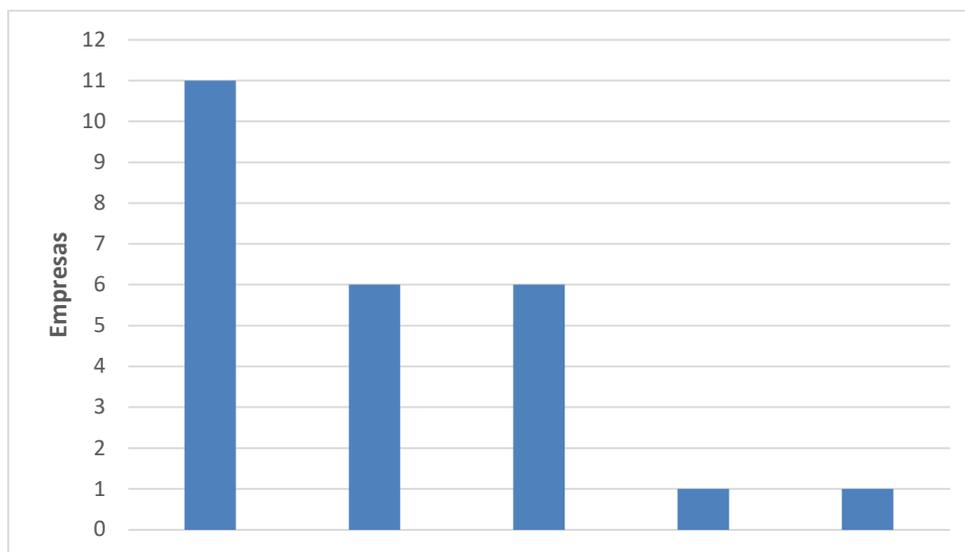


Figura 4.9 Partidas en donde se presentan mayor cantidad de cambios

#### 4.1.3 Respuestas a la sección “Causas de las órdenes de cambio”

De acuerdo con la información mostrada en la Tabla 4.2, las causas de cambios que un número significativo de las empresas (nueve o más) señalaron como más frecuentes (muy frecuentes o frecuentes), fueron las siguientes:

1. Errores en el diseño (14 empresas)
2. Cambios en los requerimientos de diseño (13 empresas)
3. Falta de coordinación (10 empresas)
4. Errores en planeación (9 empresas)

Tabla 4.2. Causas de los cambios más y menos frecuentes

Causa	Más Frecuentes				Menos Frecuentes		
	Muy Frecuente (A)	Frecuente (B)	A+B	A veces	Raramente (C)	Nunca (D)	C+D
Cambio de planes o alcance del dueño	0	5	5	14	1	0	1
Cambio en los requerimientos de diseño	3	10	13	4	3	0	3
Cambios significativos en las cantidades de trabajo	2	3	5	9	6	0	6
Cambios tecnológicos	0	0	0	1	8	11	19
Condiciones climáticas	1	1	2	3	9	6	15
Condiciones de sitio diferentes	0	2	2	12	6	0	6
Consideraciones de seguridad	0	1	1	4	8	7	15
Definición de objetivos del proyecto	0	0	0	3	13	4	17
Dificultades financieras del constructor	0	1	1	10	8	1	9
Dificultades financieras del dueño	0	0	0	9	10	1	11
Errores en diseño	8	6	14	1	5	0	5
Errores en planeación	2	7	9	9	2	0	2
Escasez de mano de obra calificada	0	4	4	9	7	0	7
Falta de coordinación	3	7	10	5	2	3	5
Falta de equipo	0	1	1	8	11	0	11
Mano de obra defectuosa	0	3	3	13	4	0	4
Material especificado se encuentra no disponible	0	0	0	7	9	4	13
Mejora de la calidad	0	1	1	7	10	2	12
Nuevas Regulaciones Gubernamentales	0	0	0	2	11	7	18
Retrasos en el proyecto o cambios en el programa de obra, debidos al propietario	0	1	1	16	3	0	3
Valor ingenieril	0	1	1	6	10	3	13

De manera similar, también se identificaron las causas que se señalaron como menos frecuentes:

1. Cambios tecnológicos (19 empresas)
2. Condiciones climáticas (15 empresas)
3. Consideraciones de seguridad (15 empresas)
4. Definición de objetivos del proyecto (17 empresas)
5. Nuevas regulaciones gubernamentales (18 empresas)

#### 4.1.4 Respuestas a la sección “Efectos de las órdenes de cambio”

Con base en las respuestas de los entrevistados acerca de la frecuencia con la que se presentan los efectos de los cambios en sus respectivos proyectos, en la Tabla 4.3 se ha concentrado las respuestas obtenidas para cada uno de estos efectos. De acuerdo con los lineamientos establecidos en el capítulo III de esta investigación, se realizó un filtro de los efectos cuya ocurrencia se señaló como “Muy frecuente” y “Frecuente”, dando los siguientes resultados:

1. Incremento en el costo del proyecto (15 empresas)
2. Aumento en gastos generales (13 empresas)
3. Decremento en la productividad (13 empresas)
4. Retraso en completar el programa (13 empresas)

Tabla 4.3. Efectos, resultado de puntuación obtenida en cuestionarios

Efectos	Más Frecuentes			A veces	Menos Frecuentes		
	Muy Frecuente (A)	Frecuente (B)	A+B		Raramente (C)	Nunca (D)	C+D
Aumento en gastos generales	0	13	13	5	2	0	2
Decremento en calidad	0	3	3	9	7	1	8
Decremento en la productividad	3	10	13	7	0	0	0
Demoliciones y re trabajos	0	6	6	9	5	0	5
Dinero adicional para el constructor	0	2	2	4	10	4	14
Disputas entre el dueño y el constructor	0	4	4	13	3	0	3
Incremento en el costo del proyecto	5	10	15	5	0	0	0
Retraso del material y herramientas	0	1	1	11	8	0	8
Retraso en completar el programa	2	11	13	7	0	0	0
Retraso en pagos	4	5	9	7	4	0	4
Trabajo en espera	0	3	3	11	6	0	6

Por otra parte, los efectos cuya ocurrencia se considerará en las categorías de “Raramente” y “Nunca” y que fueron los más destacados de estos, fueron:

1. Dinero adicional para el constructor (14)
2. Decremento en calidad (8)
3. Retraso del material y herramientas (8)

#### 4.1.5 Respuestas a la sección “Buenas prácticas de la gestión de cambios”

Con las respuestas de los entrevistados acerca de la regularidad con la que se realizan prácticas para administrar y controlar los cambios en sus proyectos, en la Tabla 4.4 se hizo un concentrado de éstas y de ahí se dedujeron las buenas prácticas señaladas como las más y las menos aplicadas en los proyectos (ver los lineamientos de puntuación en la sección 3.3.1 del capítulo 3).

Entre las practicas consideradas como las más utilizadas y que se señalaron como “Muy frecuente” y “Frecuente”, destacan las siguientes:

1. El análisis del costo de los cambios considera los efectos indirectos (18)

2. Los procedimientos para manejar órdenes de cambio son claros desde el comienzo (18)
3. Los cambios no son realizados sin la apropiada aprobación por escrito (17)
4. La aprobación de cambios es oportuna (15)
5. El alcance del cambio es claro para todos los involucrados (14)
6. Los cambios son negociados por personas conocedoras (14)
7. Todos los cambios en diseño son revisados para brindar justificaciones a los mismos (11)

Tabla 4.4. Buenas prácticas, resultado de puntuación obtenida en cuestionarios

Buena práctica	Más Frecuentes			A veces	Menos Frecuentes		
	Muy frecuente (A)	Frecuente (B)	A+B		Nunca (C)	Raramente (D)	C+D
El alcance del cambio es claro para todos los involucrados	7	7	14	6	0	0	0
El análisis del costo de los cambios considera los efectos indirectos	9	9	18	2	0	0	0
La aprobación de cambios es oportuna	8	7	15	4	0	1	1
La estructura de desglose del trabajo (WBS) u otras técnicas se usan para rastrear el costo de los cambios	1	0	1	9	5	5	10
Las áreas grises de los documentos contractuales se revisan a detalle antes de la firma del mismo	0	1	1	9	0	10	10
Los cambios no son realizados sin la apropiada aprobación por escrito	13	4	17	3	0	0	0
Los cambios son negociados por personas conocedoras	4	10	14	5	0	1	1
Los procedimientos para manejar ordenes de cambio son claros desde el comienzo	11	7	18	2	0	0	0
Todos los cambios en diseño son revisados para brindar justificaciones a los mismos	6	5	11	5	0	4	4

Ahora, con respecto a las prácticas consideradas entre las menos utilizadas (es decir, que se señalaron en las categorías “Raramente” y Nunca”), sobresalen las siguientes:

1. La estructura de desglose del trabajo (WBS) u otras técnicas se usan para rastrear el costo del cambio (10)
2. Las áreas grises de los documentos contractuales se revisan con mayor detalle antes de la firma de este (10)

#### 4.1.6 Respuestas a la sección “Proceso de gestión de cambios”

Se pudieron identificar prácticas comunes acerca del procedimiento que sigue una empresa para validar un cambio originado por el cliente, tales como el análisis de los

costos, duraciones de las actividades implicadas y justificación del cambio, así como una evaluación e identificación de los impactos que tendría en el proyecto (ver Tabla E.17 en Apéndice E).

Por otro lado, como se muestra en la Figura 4.10, la mayoría (once de veinte) de los entrevistados señalaron al residente de obra como la figura que emite la solicitud de cambio, seguido por el gerente de proyecto (cinco de veinte). Mientras que la Figura 4.11 muestra que la principal manera de llevar el registro de los cambios en un proyecto es con notas de bitácora (doce de veinte); mientras que en contraste la orden de cambio es una de las formas menos utilizadas (tres de veinte).

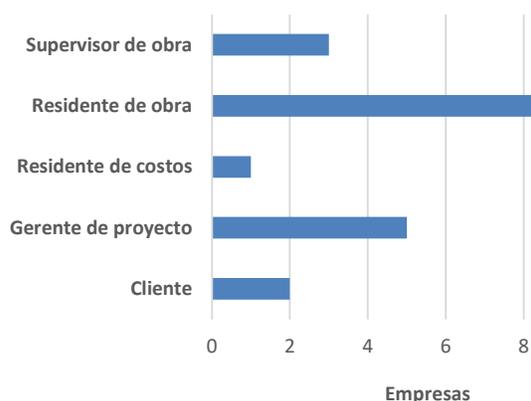


Figura 4.10 Persona que puede emitir una orden de cambio

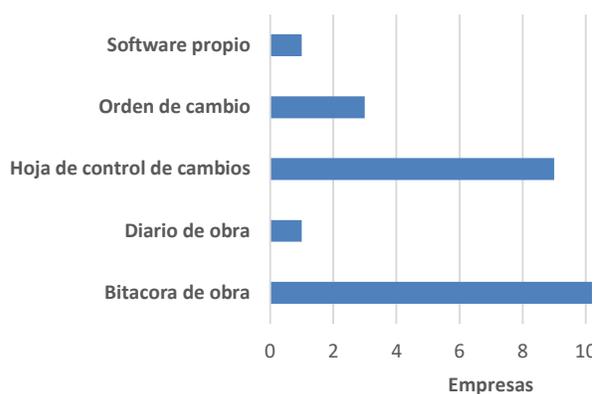


Figura 4.11 Formas de registrar un cambio

En el Apéndice E también se encuentran otros resultados relevantes obtenidos a través del cuestionario aplicado, incluyendo los siguientes:

- Para registrar las órdenes de cambio rechazadas en los proyectos, el uso de hojas de cálculo es una práctica frecuente (nueve de veinte) entre los constructores, así como el uso de anotaciones en bitácora (ocho de veinte) (ver Tabla E.20).
- La figura que con mayor frecuencia (diez de veinte) se encarga de notificar un cambio en un proyecto a las personas implicadas, es el residente de obra (ver Tabla E.21).
- La determinación del impacto que tiene un cambio en términos de tiempo y costo del proyecto conlleva una serie de acciones que implica principalmente: un análisis

de los precios unitarios (once de veinte), así como un análisis de la complejidad del cambio y de las actividades que se verán afectadas por este (siete de veinte) (ver Tabla E.22).

- La información sobre la cual se basa principalmente la aprobación de un cambio es la descripción de los trabajos implicados en el cambio (trece de veinte), así como la estimación del costo y tiempo que generará el cambio (diecisiete de veinte) (ver Tabla E.23).
- Para determinar la prioridad de una solicitud de cambio, mayormente (doce de veinte) se toma en cuenta el impacto que tendría en el proyecto en lo que respecta al costo y el tiempo (ver Tabla E.24).
- La principal (catorce de veinte) diligencia que se realiza para la aprobación de un cambio son las reuniones o juntas de conciliación (ver Tabla E.25).
- Las acciones correctivas son las que originan con mayor frecuencia (catorce de veinte) una solicitud de cambio en los proyectos (ver Tabla E.26).
- El correo electrónico es el medio que se utiliza con mayor frecuencia (catorce de veinte) para notificar la aprobación de un cambio al equipo a cargo del proyecto (ver Tabla E.27).
- La información sobre la ejecución de un cambio se recopila en hojas de cálculo de Excel en la mayoría (once de veinte) de las empresas entrevistadas (ver Tabla E.29). También, de acuerdo con las respuestas proporcionadas, dicha información se enfoca mayormente en los siguientes rubros (ver Tabla E.28):
  - Duración del cambio (catorce de veinte)
  - Concepto o descripción del trabajo (doce de veinte)
  - Costo del cambio (diez de veinte)
  - Planos afectados por el cambio (nueve de veinte)
- En cuanto a la evaluación de las causas que originan un cambio, una parte considerable de las empresas (once de veinte) no la lleva a cabo (ver Tabla E.30).
- La experiencia obtenida de los cambios que se han realizado en proyectos previos se conserva principalmente mediante dos maneras: archivando la documentación

histórica de estos proyectos (doce de veinte), o por medio de la recapitulación de las lecciones aprendidas (ocho de veinte) (ver Tabla E.31).

Ver tablas en Apéndice E para mayor detalle.

## **4.2 Resultados de la Etapa II**

Los proyectos en los que se llevó a cabo un seguimiento de los cambios son los que se muestran en la Tabla 3.2 de la sección 3.4.2 de este documento. La información que se presenta a continuación se basa en el contenido del Apéndice F.

### **4.2.1 Resultados del seguimiento de órdenes de cambio**

Con base en el formato de órdenes de cambio, se realizó un seguimiento de los cambios registrados durante el periodo de observación de los cuatro proyectos estudiados. A continuación, se describen los resultados obtenidos con dicho seguimiento en cada obra, principalmente en cuanto a los siguientes rubros:

- Causas de órdenes de cambio
- Partidas con mayor cantidad de cambios
- Costos adicionales que generaron los cambios
- Documentos utilizados para la validación de los cambios

#### **4.2.1.1 Seguimiento de cambios en el proyecto 1**

Este proyecto consistió en un hotel conformado por seis edificios de cinco niveles cada uno, teniendo un presupuesto inicial de \$94,226,478.24.

De acuerdo con la muestra recopilada de veinticinco órdenes de cambio (ver con mayor detalle en Tabla F.1 y Tabla F.10 del Apéndice F), veintitrés de ellas tuvieron su origen en una solicitud del cliente. Estas órdenes de cambio se refirieron a trabajos incluidos en seis partidas diferentes: albañilería, cancelería, herrería, trabajos preliminares, estructura metálica, y trabajos complementarios. La partida que presentó más ordenes de cambio fue la de albañilería, con quince órdenes de cambio.

Con respecto a la afectación al presupuesto de este proyecto, el monto total de aditivas que fue generado por estas órdenes de cambio ascendió a \$863,123.70 (0.92% del presupuesto inicial), repartido de la siguiente manera entre las partidas observadas:

- Albañilería: \$651,244.42,
- Trabajos complementarios: \$64,956.93,
- Cancelería: \$44,459.80,
- Herrería: \$37,525.50,
- Estructura metálica: \$30,241.12, y
- Trabajos preliminares: \$26,645.44.

Con base en lo anterior, la partida de albañilería representó más del 75% del monto total de las aditivas.

Por otro lado, en este proyecto se pudo identificar que los documentos que más se utilizaron para validar y justificar un cambio fueron las notas de bitácora, los análisis de tarjeta de precios unitarios, y los reportes fotográficos. En contraste, los planos o croquis se utilizaron solamente en doce órdenes, es decir, en menos del 50% del total de la muestra.

#### 4.2.1.2 Seguimiento de cambios en el proyecto 2

Este proyecto abarcó trabajos para un edificio de departamentos con un presupuesto que ascendiendo a \$14,563,800.28.

Con base en la muestra de veinte órdenes de cambio registradas durante el periodo de observación de este proyecto (ver con mayor detalle en Tabla F.2 y Tabla F.11 del Apéndice F), se identificó que dieciocho fueron causadas por una solicitud del cliente.

Las órdenes de cambio estuvieron asociadas a trabajos que forman parte de cuatro partidas diferentes: albañilería, herrería, trabajos preliminares y acometida eléctrica. La partida que más ordenes presentó fue la de acometida eléctrica con diez órdenes de cambio.

Con respecto a la afectación al presupuesto, el monto total de aditivas debidas a estas órdenes de cambio ascendió a \$391,620.56 (2.69%), distribuido entre la siguiente manera entre las cuatro partidas observadas:

- Acometida eléctrica: \$346,501.69,
- Herrería: \$33,250,
- Albañilería: \$10,518.87,
- Trabajos preliminares: \$1,350.

De acuerdo con lo anterior, poco más de 88% de este monto se concentró en la partida de acometida eléctrica. En cuanto a esto, cabe mencionar que la empresa constructora tuvo que absorber \$232,842.12 del monto total de aditivas, ya que fue la causante de un error que generó cambios.

Los documentos que más se utilizaron en la gestión de los cambios recopilados en este proyecto fueron las notas de bitácora y las tarjetas de análisis de precios unitarios, ya que ambos se emplearon para todas las veinte órdenes de cambio en seguimiento. Por otro lado, los planos o croquis y el reporte fotográfico tan solo se utilizaron para la gestión de seis y diez órdenes, respectivamente.

#### 4.2.1.3 Seguimiento de cambios en el proyecto 3

Fueron diversos trabajos los realizados en este proyecto por la empresa estudiada, destacando una planta de tratamiento y cisternas, teniendo un monto inicial de \$17,110,290.00.

De la muestra de nueve órdenes de cambio recopilada en este proyecto (ver con mayor detalle en Tabla F.3 y Tabla F.12 del Apéndice F), siete fueron causadas por una solicitud del cliente. Las órdenes de cambio estuvieron distribuidas en tres partidas diferentes: albañilería, herrería e impermeabilización. La partida que más órdenes presentó fue herrería, con cinco órdenes de cambio.

El monto total de aditivas resultó en \$43,286.65 (0.25%), quedando repartido de la siguiente manera:

- Herrería: \$31,042.90,

- Albañilería: \$6,843.75,
- Impermeabilización: \$5,400.00.

Con respecto a los documentos empleados para la validación de un cambio en este proyecto, las tarjetas de precios unitarios y los reportes fotográficos se emplearon en las nueve órdenes de cambio. En contraste, las notas de bitácora se utilizaron solamente en cuatro de estas órdenes.

#### 4.2.1.4 Seguimiento de cambios en el proyecto 4

Este proyecto abarco la construcción de un restaurante-bar, el presupuesto del proyecto inicialmente llego a \$12,180,000.00.

De la muestra de diez órdenes de cambio registradas en este proyecto (ver con mayor detalle en Tabla F.4 y Tabla F.13 del Apéndice F), nueve fueron causadas por una solicitud del cliente. Las diez órdenes de cambio estuvieron distribuidas en seis partidas diferentes: albañilería, cimentación, acabados, herrería, cancelería y plomería. La partida que más órdenes presentó fue cimentación con tres órdenes de cambio. El monto total de aditivas fue \$48,475.35 (0.40%), repartido de la siguiente manera:

- Herrería: \$19,208.00,
- Albañilería: \$3,140.44,
- Cimentación: \$13,513.80,
- Acabados: \$3,500.45,
- Cancelería: \$4,422.66, y
- Plomería: \$4,690.00.

La gestión de los cambios en este proyecto se utilizaron principalmente los siguientes documentos: los planos, tarjetas de precios unitarios, y reportes fotográficos.

#### 4.2.2 Resultados de la medición de duraciones en la gestión de cambios

En la Tabla 4.5 se presentan, para cada proyecto, las duraciones de las actividades que forman parte de su respectivo proceso de gestión de cambios. Esta información

está organizada de acuerdo con las etapas que incluye dicho proceso (ver sección 3.4.1 del capítulo 3).

En el proyecto 1 se dio seguimiento al proceso de gestión completo de veinticinco cambios, cuyo promedio resultó en 8.58 días. Como se aprecia en la Tabla 4.5, en este proyecto, como en los otros tres, fueron las actividades que comprende la etapa de “Presupuestación del cambio” las que en promedio consumieron la mayor cantidad de tiempo en la gestión de un cambio.

En el proyecto 2 se midió la duración de veinte cambios a los que se dio seguimiento durante el periodo de observación, resultando en una duración promedio del proceso completo de 9.48 días.

En el proyecto 3 se observaron nueve cambios y el promedio de las duraciones del proceso de gestión completo fue de 13.00 días. Mientras que en el proyecto 4 se observaron diez cambios, cuyas duraciones promediaron 17.60 días para el proceso completo.

Tabla 4.5. Duraciones promedio de actividades de la gestión de cambios.

<b>Etapas-Actividad</b>	<b>Proyecto 1</b>	<b>Proyecto 2</b>	<b>Proyecto 3</b>	<b>Proyecto 4</b>	<b>Duración promedio</b>
<b>1. Identificación del cambio</b>	<b>0.58</b>	<b>0.83</b>	<b>1.11</b>	<b>0.80</b>	<b>0.83</b>
1.1 Revisión de obra para identificar cambios	0.58	0.83	1.11	0.80	0.83
<b>2. Evaluación del cambio</b>	<b>0.58</b>	<b>0.86</b>	<b>1.06</b>	<b>0.80</b>	<b>0.83</b>
2.1 Evaluación del cambio por parte del propietario/supervisor	0.29	0.43	0.53	0.40	0.41
2.2 Agrupación de varios conceptos de trabajo que integran el cambio	0.29	0.43	0.53	0.40	0.41
<b>3. Autorización de la orden de cambio</b>	<b>1.50</b>	<b>1.60</b>	<b>1.28</b>	<b>6.20</b>	<b>2.65</b>
3.1 Redacción de la orden de cambio por parte del propietario/supervisor	1.00	0.80	0.64	3.10	1.39
3.2 o Propietario/supervisor y constructora autorizan la orden de cambio	0.50	0.80	0.64	3.10	1.26
<b>4. Presupuestación del cambio</b>	<b>5.91</b>	<b>6.20</b>	<b>9.55</b>	<b>9.80</b>	<b>7.87</b>
4.1 Elaboración y compilación de documentos por parte del constructor para validar la orden de cambio	1.57	1.45	1.22	1.60	1.46
4.2 Cotización del cambio por parte del constructor y envío al propietario/ supervisor	2.53	2.50	3.33	4.00	3.09
4.3 Conciliación del precio del cambio entre el propietario/supervisor y el constructor	1.81	2.25	5.00	4.20	3.32

Tomando en cuenta las cuatro obras analizadas, la duración promedio del proceso de gestión de cambios completo fue 12.16 días. Las actividades que en promedio (de los

cuatro proyectos) registraron mayor duración, fueron: “Cotización del cambio por parte del constructor y envió al propietario/supervisor” (3.09 días de duración en promedio) y “Conciliación del precio del cambio entre el propietario/supervisor y el constructor” (3.32 días de duración promedio). Ambas actividades forman parte de la etapa “Presupuestación del cambio”, la cual también resultó la etapa de mayor duración con un promedio de 7.87 días. Como se aprecia en la Tabla 4.5, esta etapa fue la que en los cuatro proyectos consumió de manera consistente la mayor parte del tiempo en el proceso de gestión de un cambio.

Por el contrario, las actividades que en promedio resultaron con una menor duración pertenecen a la etapa de “Evaluación del cambio” y fueron: “Evaluación del cambio por parte del propietario/supervisor” y “Agrupación de varios conceptos de trabajo que integran el cambio”, ambas con una duración promedio de 0.41 días.

#### **4.4 Resultados de la Etapa III**

Con las respuestas obtenidas mediante la evaluación que realizó el investigador a los cuatro proyectos estudiados, se recopiló la información concentrada en la Tabla 4.6. (ver sección 3.5.2). También en esta tabla se muestran los correspondientes niveles de madurez del SGC determinados a partir de dicha información proporcionada por los administradores. Como se aprecia en la Tabla 4.6, tres se categorizaron en el nivel A y la otra en el nivel B.

De igual manera se complementó esta parte de la investigación con la verificación por parte del investigador a partir de la información recopilada. De acuerdo con lo obtenido el proyecto que resultó con el nivel más bajo (nivel C) fue el proyecto 4, con lo cual se puede deducir que en dicho proyecto se observó un sistema de gestión de cambios muy deficiente y que requería mejoras radicales. Los otros tres proyectos resultaron con nivel B, por lo que se considera que sí había cierto grado de madurez de un SGC, pero que debía mejorarse para lograr una eficiencia adecuada (ver Apéndice F.9).

Con base en los resultados presentados en la Tabla 4.6, se realizó el análisis presentado en la Tabla 4.7 (ver sección 3.5.3), con base en el cual se puede inferir lo siguiente:

- a) Las empresas no definen claramente el proceso de gestión de cambios antes de iniciar el proyecto.
- b) Se presentan discrepancias significativas entre el proyecto ejecutivo y las condiciones del sitio.
- c) Las empresas no están retroalimentándose de lecciones aprendidas en proyectos anteriores.

Tabla 4.6. Resultados obtenidos con la aplicación de la lista de verificación, de acuerdo con lo proporcionado por los administradores de proyecto

N° Pregunta	Proyecto #1		Proyecto #2		Proyecto #3		Proyecto #4	
	Frecuencia observada	Puntuación						
(a) ¿La compañía aclara el procedimiento para manejar las órdenes de cambio desde el inicio del proyecto a los involucrados?	Siempre	100	A veces	50	A veces	50	Siempre	100
(b) ¿La orden de cambio es revisada y negociada por personas con los conocimientos y capacidades necesarias?	Siempre	100	Casi siempre	75	Siempre	100	Siempre	100
(c) Porcentaje de órdenes de cambio iniciadas (emitidas) por el constructor hacia el consultor, diseñador o dueño (el porcentaje es directamente proporcional al nivel de gestión de cambios que se tiene)	90%	90	60%	60	75%	75	100%	100
(d) Porcentaje de órdenes de cambio que generaron discrepancia debido a diferencias entre el documento y las condiciones del sitio (el porcentaje es directamente proporcional al nivel de gestión de cambios que se tiene)	10%	90	15%	85	20%	80	10%	90
(e) ¿La estimación del costo de la orden de cambio considera los indirectos o no?	Si	100	Si	100	Si	100	Si	100
(f) ¿Todos los cambios al diseño son verificados y justificados?	Siempre	100	A veces	50	Casi siempre	75	Siempre	100
(g) ¿Utiliza la empresa constructora alguna técnica para rastrear el costo del cambio?	Siempre	100	Casi siempre	75	Casi siempre	75	Siempre	100
(h) ¿Registra la empresa constructora el documento original y las adiciones hechas a través de una orden de cambio?	Si	100	Si	100	Si	100	No	0
(i) ¿Tiene la compañía constructora una base de datos histórica para las lecciones aprendidas que comprende cualquier lección aprendida acerca de la gestión de cambios?	No	0	No	0	Si	100	Si	100
(j) Porcentaje de órdenes de cambio procesadas sin contar con un documento por escrito de aprobación de los trabajos (el porcentaje es directamente proporcional al nivel de gestión de cambios que se tiene)	5%	95	5%	95	10%	90	30%	70
<b>Puntuación alcanzada (de acuerdo a la media):</b>	<b>87.5</b>	<b>%</b>	<b>69</b>	<b>%</b>	<b>84.5</b>	<b>%</b>	<b>86</b>	<b>%</b>
<b>Nivel de gestión de cambio (A,B ,C o D)</b>	<b>A</b>		<b>B</b>		<b>A</b>		<b>A</b>	

Tabla 4.7 Defectos comunes entre los casos de estudio

Proyecto	Ítems de la lista de verificación con sus respectivos resultados "deficientes"									
	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j
Proyecto #1	○	○	○	○	○	○	○	○	●	○
Proyecto #2	●	○	●	○	○	●	○	○	●	○
Proyecto #3	●	○	○	○	○	○	○	○	○	○
Proyecto #4	○	○	○	○	○	○	○	●	○	○
<b>Deficiencia común:</b>	▲								▲	

- Deficiente (entre 0.00 a 67.5)
- No deficiente (67.51 a 100.00)
- ▲ Deficiencia común

#### 4.4.1 Resultados del nivel de madurez del SGC en el proyecto 1

Entre los aspectos a destacar de los resultados en este proyecto se encuentran los siguientes:

- La aclaración del procedimiento de gestión de cambios hacia los involucrados fue algo que se realizó con cierta recurrencia.
- Se contaba con personal capacitado para revisar y negociar los cambios.
- El constructor era generalmente quien iniciaba el proceso con la emisión de una orden de cambio.
- Las discrepancias (con respecto a trabajos ejecutados y técnicas) se presentaron en el 35% de los cambios observados.
- La justificación y verificación de los cambios, aunque no estuvo presente en todos los cambios, si se encuentra en gran parte de estos.
- La compañía no realiza un documento de lecciones aprendidas.
- Solo un 12% de las órdenes de cambio, son autorizadas sin contar con un documento por escrito.

#### 4.4.2 Resultados del nivel de madurez del SGC en el proyecto 2

Para la segunda obra, entre los puntos a resaltar y que fueron vitales para obtener su calificación, se encuentran los siguientes:

- En un 70% de las veces, el constructor emitió las órdenes de cambio.
- Las discrepancias se hicieron presente en un 20% de las ocasiones, lo cual es un número relativamente bajo y es un punto favorable de su administración.

#### 4.4.3 Resultados del nivel de madurez del SGC en el proyecto 3

Para la tercera obra, entre los aspectos que llevaron a la obtención de esta calificación, se encuentran los siguientes:

- El personal no se encontraba tan capacitado para fungir adecuadamente con la función de revisión y negociación de los cambios
- En un 60% de las ocasiones, el constructor emitió las órdenes de cambio; estas a su vez generaron un 40% de las discrepancias que se dieron en la obra, lo cual se puede catalogar como alarmante
- Un 50% de las órdenes de cambio son autorizadas sin contar con un documento por escrito, lo cual es un número muy elevado y puede generar muchas disputas al momento de cobro por parte del constructor al cliente.

#### 4.4.4 Resultados del nivel de madurez del SGC en el proyecto 4

Para la cuarta obra se presentó un proceso de gestión que tiene un nivel muy bajo y que muestra relación con la duración promediada que fue la más deficiente de las cuatro, y por ende se destacan los siguientes aspectos:

- No se cuenta con un procedimiento de gestión de cambios claro para los involucrados, no se tenía un proceso estructurado lo cual ocasionó muchas variantes de acción.
- En un 90% de las veces, el constructor emitió las órdenes de cambio; estas a su vez ocasionaron un 40% de las discrepancias.
- No se cuenta con una base de datos histórica para las lecciones aprendidas, lo cual es desfavorable.
- Una gran parte de las ordenes de cambio son autorizadas sin contar con un documento por escrito.

## CAPÍTULO V

### DISCUSIÓN

Tras describir y analizar los diferentes resultados obtenidos, en este capítulo se presenta una discusión de esto con el fin de consolidar lo obtenido y de identificar futuras líneas de investigación. La discusión se centró en los aspectos más relevantes que se han extraído de los resultados obtenidos, especialmente en aquellos que pueden ser contrastados con los resultados obtenidos en otros trabajos similares.

Conviene recordar que el objetivo general que se planteó para esta investigación propuso realizar un diagnóstico sobre la gestión de cambios que se implementa durante la ejecución de proyectos de edificación en el medio local.

#### 5.1 Discusión de los resultados obtenidos con el cuestionario

##### 5.1.1 Sobre las características de la Industria

Del análisis de los resultados obtenidos en este estudio, con base en las respuestas que proporcionaron las empresas encuestadas, se encontró que la variación que pueden generar los cambios en el valor contractual original puede oscilar entre un 16 y 20%. Sin embargo, no se encontraron resultados de otros estudios de esta índole realizados en el contexto local, por lo que no fue posible hacer comparaciones. Pero sí se pudo determinar que son comparables con otros estudios realizados en otras partes del mundo, tales como los realizados en Estados Unidos<sup>62</sup>, donde se reportó un 5%, y Egipto,<sup>63</sup> donde se reportaron variaciones de entre 11 y 15%.

---

<sup>62</sup> Serag et al. (2010). "Model for Quantifying the Impact of Change Orders on Project Cost for U.S. Roadwork Construction", *Journal of Construction Engineering and Management*, 136:9, 1015-1027.

<sup>63</sup> Anees et al. (2013). "Evaluation of Change Management Efficiency Of Construction Contractors", *HBRC Journal*, 9:1, 77-85.

En cuanto a la afectación en el programa de los proyectos, las respuestas de los entrevistados llevaron a una variación, generada por las órdenes de cambio, de entre un 10 y un 20%, lo cual concuerda con el resultado obtenido en un estudio realizado por Mohamed et al.<sup>64</sup> en Egipto, en el que dicha variación osciló también entre un 10 y 20%.

El uso de un formato propio para gestionar cambios es una práctica común en el medio local de acuerdo con la información obtenida. Esto concuerda con lo expresado en el estudio realizado por Ibbs,<sup>65</sup> en el cual recomienda el uso de un formato para gestión de cambios. De igual manera, Chamoun<sup>66</sup> y Levy<sup>67</sup> argumentan que esto es una buena práctica para llevar un control adecuado de los cambios

Por otro lado, las compensaciones debido a órdenes de cambios se hacen mayormente con base en precios unitarios, lo cual no va acorde con lo que se refleja en otros estudios en donde uno de los tipos de negociación más común es el de un precio fijo por los trabajos ejecutados<sup>68</sup>. Sin embargo, esto es comprensible ya que en el medio local está muy arraigado el análisis de precios unitarios para realizar presupuestos.

Por otro lado, el que la mayoría de los entrevistados haya indicado que ninguna orden de cambio se autoriza sin el uso de un medio por escrito, implica que hay buenas prácticas de gestión. Esto es consistente con lo expresado por Chamoun<sup>69</sup>, así como

---

<sup>64</sup> Anees et al. (2013). "Evaluation of Change Management Efficiency Of Construction Contractors", HBRC Journal, 9:1, 77-85.

<sup>65</sup> Ibbs et al. (2001). "Project Change Management System", Journal of Management in Engineering, 17:159-65. C. William Ibbs, Wong, and Kwak. C. William Ibbs, Clarence K. Wong, and Young Hoon Kwak, "Project Change Management System," no. July (2001): 159-65.

<sup>66</sup> Chamoun. (2002). "Administración Profesional de Proyectos. La Guía", México, Mc Graw Hill.

<sup>67</sup> Levy M. (2002). "Administración de Proyectos de Construcción", México, McGraw Hill.

<sup>68</sup> Anees et al. (2013). "Evaluation of Change Management Efficiency Of Construction Contractors", HBRC Journal, 9:1, 77-85.

<sup>69</sup> Chamoun. (2002). "Administración Profesional de Proyectos. La Guía", México, Mc Graw Hill.

por Ibbs<sup>70</sup>, quienes recomiendan no proceder con un cambio sin un documento por escrito de por medio. También concuerda con los resultados obtenidos en la investigación de Mohamed et al.<sup>71</sup>, en la que la mayoría de sus entrevistados (73%) respondió de la misma manera.

Otro punto que mostró concordancia con lo obtenido en el estudio de Mohamed et al. es en lo referente a cuantas personas intervienen en la aprobación de un cambio, ya que en ambos estudios se obtuvo que dos personas son necesarias. No hay algún estudio que indique que esta característica de gestión de cambios en el medio local sea buena o mala, sin embargo, el que un mayor número de personas autoricen o den su visto bueno puede ayudar a reducir los errores, pero por otro lado puede volver el sistema demasiado burocratizado.

### 5.1.2 Sobre las causas de las órdenes de cambio

Las principales causas de cambios encontradas por medio del cuestionario fueron las siguientes: errores en diseño, cambio en los requerimientos de diseño, errores en planeación y falta de coordinación, esto permite tener un panorama de la percepción de los administradores, además hay ciertas similitudes con los resultados del trabajo de Mohamed et al.<sup>72</sup> en donde las causas “Cambio del alcance”, “Falta de entendimiento” y “Comunicación” son las que más destacaron

Por otro lado, las causas como “Errores en diseño” y “Falta de coordinación” se destacaron también en el estudio de Alnuami et al.<sup>73</sup>, lo cual refleja que las causas de

---

<sup>70</sup> Ibbs et al. (2001). “Project Change Management System”, *Journal of Management in Engineering*, 17:159–65.

<sup>71</sup> Anees et al. (2013). “Evaluation of Change Management Efficiency Of Construction Contractors”, *HBRC Journal*, 9:1, 77-85.

<sup>72</sup> Ibid

<sup>73</sup> Alnuaimi et al. (2010). “Causes, Effects, Benefits, and Remedies of Change Orders on Public Construction Projects in Oman,” *Journal of Construction Engineering and Management*, 136:5, 615–22.

cambios en el contexto local no son tan diferentes como las que se dan en otros países, sin embargo, no se tiene un punto de comparación local ya que no se encontraron estudios similares. Cabe destacar que la mayoría de la muestra de entrevistados son constructores y consultores por lo que la tendencia está marcada a señalar al diseño como uno de los factores causantes de cambios.

### 5.1.3 Sobre los efectos de las órdenes de cambio

“Incremento en el costo del proyecto”, “retraso en completar el programa”, “decremento en la productividad” y “aumento en gastos generales” destacaron como los efectos más señalados por los entrevistados, y muestra concordancia con los resultados arrojados en los estudios de Alnuaimi et al.<sup>74</sup> y Mohamed et al.<sup>75</sup> en donde los efectos principales fueron “sobrecosto” y “retrasos en el programa original”. Por lo cual, lo que se obtuvo como resultado no está alejado de lo que sucede en otros lados y muestra que, aunque el nivel de madurez de un SGC sea mayor en otros lados que en el medio local, los efectos negativos son similares.

### 5.1.4 Sobre las buenas prácticas del proceso de gestión de cambios

Se tiene una percepción por parte de los entrevistados de que las buenas prácticas son realizadas en las obras y por ende de que se tiene un buen sistema de gestión de cambios. Entre las prácticas que los administradores destacan se encuentra: “los cambios no son realizados sin la apropiada aprobación por escrito”, “el análisis del costo de los cambios considera los efectos indirectos”, “el alcance del cambio es claro para todos los involucrados” y “la aprobación de cambios es oportuna”. Hay estudios que indican algunas otras prácticas como las más importantes, tales como “temprana

---

<sup>74</sup> Alnuaimi et al. (2010). “Causes, Effects, Benefits, and Remedies of Change Orders on Public Construction Projects in Oman,” *Journal of Construction Engineering and Management*, 136:5, 615–22.

<sup>75</sup> Anees et al. (2013). “Evaluation of Change Management Efficiency Of Construction Contractors”, *HBRC Journal*, 9:1, 77-85.

detección de cambios” y “proceso de gestión de cambios claro”.<sup>76</sup> Los resultados que se reflejan en este aspecto solo indican la percepción de los administradores, ya que la realidad es muy distinta como veremos más adelante. Sin embargo, es positivo que los administradores tengan en mente estas prácticas y busquen implementarlas o en dado caso mantenerlas para que puedan tener una gestión de cambios adecuada.

### 5.1.5 Sobre el proceso de gestión de cambios

Se pudo apreciar que hay prácticas comunes que forman parte del procedimiento para la validación de un cambio tales como:

- Análisis de costos
- Duración de las actividades implicadas
- Justificación del cambio
- Evaluación e identificación del impacto del cambio

De esta manera se puede tener un mayor control y validación de los cambios que se den en sus proyectos. Sin embargo, Alnuaimi et al.<sup>77</sup> argumenta que estas prácticas no son suficientes para desarrollar un buen control de los cambios y proporciona otras recomendaciones que pueden ayudar a mejorar el sistema, tales como:

- Se debe desarrollar un manual estándar con una lista de verificación para el diseño de proyectos para regular todas las etapas, incluido el estudio de factibilidad, el diseño, la licitación, las evaluaciones de licitación y la adjudicación de proyectos.
- El cliente debe preparar un breve documento bien definido sobre sus necesidades antes de ingresar a la etapa de diseño. Esto puede hacerse ya sea llevando a cabo un estudio de factibilidad o haciendo circular un cuestionario a los usuarios finales del proyecto y también realizando una deliberación suficiente sobre el uso final

---

<sup>76</sup> Anees et al. (2013). “Evaluation of Change Management Efficiency Of Construction Contractors”, HBRC Journal, 9:1, 77-85.

<sup>77</sup> Alnuaimi et al. (2010). “Causes, Effects, Benefits, and Remedies of Change Orders on Public Construction Projects in Oman,” Journal of Construction Engineering and Management, 136:5, 615–22.

previsto del proyecto. Esto reduciría de manera considerable los cambios que se podrían generar en la etapa de construcción.

Las notas de bitácora funcionan como principal registro de cambios, así como las tablas o registros de cambios, lo cual es muy distinto con los procedimientos que se encontraron en la revisión literaria, en donde el formato de orden de cambio es un elemento indispensable en el proceso. El no contar con un formato de orden de cambio para registrarlos puede generar efectos negativos en el desarrollo de los proyectos y a no mantener un sistema de gestión de cambios de buen nivel.

De acuerdo con diversos autores, tales como Ibbs<sup>78</sup> y Chamoun<sup>79</sup>, la evaluación del impacto es parte fundamental en el proceso de gestión de cambios. De acuerdo con los constructores locales, determinar el grado de afectación que el cambio generara en el alcance, en el tiempo, y en el costo, mediante un análisis costo/beneficio, es actividad de vital importancia. Con base en lo anterior, se puede concluir que en el ámbito local los constructores están efectuando a cierto grado un análisis de precios unitarios, un análisis de complejidad y un análisis de afectación de actividades.

Se puede determinar con fundamento en las respuestas obtenidas que, para establecer la prioridad de una solicitud de cambio, se toman en cuenta variables relacionadas principalmente con el tiempo y el costo del proyecto. Sin embargo, consideran muy poco otras que, de acuerdo con otros autores<sup>80</sup>, son de suma importancia para un óptimo proceso de la gestión de los cambios, tales como el impacto que tendrán los cambios sobre otras actividades y la afectación al alcance del proyecto.

---

<sup>78</sup> Ibbs et al. (2001). "Project Change Management System", *Journal of Management in Engineering*, 17:159–65.

<sup>79</sup> Chamoun. (2002). "Administración Profesional de Proyectos. La Guía", México, Mc Graw Hill.

<sup>80</sup> Hao et al. (2008). "Change Management in Construction Projects," *CIB W78 International Conference on Information Technology in Construction*, 1–11.

Las acciones correctivas son las que originan los cambios con un mayor grado de frecuencia, de lo cual se podría inferir que la administración de proyectos se realiza con un enfoque reactivo en estas empresas.

La notificación de los cambios es principalmente realizada por el residente a cargo del proyecto, por medio de correo electrónico, lo cual representa un medio válido con cierto grado de formalidad, aunque de acuerdo con la bibliografía, lo más recomendable es utilizar de manera simultánea un formato escrito en impreso, ya que esto brindaría un mayor nivel de formalidad al proceso de gestión de cambios.<sup>81</sup>

Se puede argumentar que, aunque una parte de los entrevistados (45%) sí toma en cuenta las variables adecuadas para evaluar la principal causa de un cambio con base en la teoría, una parte considerable no realiza si quiera una evaluación de este grado (55%); lo cual es alarmante ya que esto forma parte relevante del proceso y brinda un soporte importante para futuros proyectos.

La manera en cómo se conserva la experiencia de los cambios en el ámbito local por parte de los constructores está orientada, sorprendentemente, a como se analiza en el Capítulo II de esta investigación, es decir, por medio de un documento de “lecciones aprendidas”. Este documento permite aprender tanto de los logros como de los errores, para buscar un mejor desempeño en futuros proyectos; lo cual tal como se estableció en un trabajo de investigación de CII en el que se mencionó que los ahorros significativos en costo y tiempo son alcanzables si se mejora la administración de cambios.<sup>82</sup> De igual manera en el libro de Chamoun<sup>83</sup> se hace mención de la importancia de analizar las lecciones aprendidas en cada proyecto.

---

<sup>81</sup> Chamoun. (2002). “Administración Profesional de Proyectos.La Guía”, México, Mc Graw Hill.

<sup>82</sup> Garcia M. (2009). “Introduction to CII Practices Special Presentation to American Council for Construction Education”, Construction Industry Institute.

<sup>83</sup> Chamoun. (2002). “Administración Profesional de Proyectos.La Guía”, México, Mc Graw Hill.

## 5.2 Discusión de resultados del seguimiento de órdenes de cambio

Con respecto a los cuatro proyectos observados en este trabajo de investigación, en los cuales se dio un seguimiento a los cambios y al sistema de gestión de cambios implementado, se puede destacar algunos aspectos que se mencionan en los siguientes párrafos:

Las partidas en las que se presentaron más cambios, así como el sobre costo que se generó debido a los cambios, no son datos concluyentes para futuras investigaciones ya que no se permaneció en los proyectos durante todas sus etapas. Sin embargo, las partidas que más cambios produjeron fueron las de albañilería, instalaciones eléctricas, herrería y cimentación, siendo un punto de comparación tanto lo que se obtuvo en los cuestionarios y lo que arroja el estudio de Mohamed et al. solo las partidas de albañilería e instalaciones eléctricas son las más comunes en un contexto internacional, en el medio local no se encontraron estudios que apoyen esto.

Los documentos anexos que más se utilizan en el contexto local para validar los cambios son los planos, las tarjetas de precios unitarios y los reportes fotográficos, lo cual de acuerdo con las recomendaciones<sup>84</sup> también debería incluir generadores de volúmenes y notas de bitácora, y, por ende, el proceso de validación de un cambio no es del todo completo.

De acuerdo con el seguimiento a las actividades que conforman el proceso de gestión de cambios la duración promedio fue de 12.16 días, y las actividades que tuvieron una duración más prolongada pertenecían a la etapa de “Cotización del cambio” y fueron “Cotización del cambio por parte del constructor y envió al propietario/supervisor” con 3.09 días y “Conciliación del precio del cambio entre el propietario/supervisor y el constructor” con 3.32 días. Sin embargo, no se tiene un punto de comparación para determinar qué tan eficiente es la duración del proceso con respecto a otros estudios ni en el ámbito local ni internacional; se podría entrever que las obras en donde la

---

<sup>84</sup> Chamoun. (2002). “Administración Profesional de Proyectos.La Guía”, México, Mc Graw Hill.

duración del proceso fue mayor se tenía un nivel bajo de madurez de gestión de cambios, pero habría que estudiarlo más detenidamente.

Por medio de la evaluación al proceso de gestión de cambios se pudo determinar que, de las cuatro obras analizadas, tres se clasificaron en una clase B es decir que cuentan con un sistema de gestión de cambios, pero necesita aplicarse mejoras a aspectos tales como:

1. Contar con una base datos de lecciones aprendidas
2. Disminuir el número de órdenes de cambio autorizadas sin un documento por escrito
3. Utilizar técnicas de rastreo de costos referentes a los cambios como WBS.
4. Verificar los cambios relacionados con el diseño y justificarlos.
5. Reducir el número de discrepancias debido a órdenes de cambio.
6. Contar con un procedimiento de gestión de cambios bien definido para todos los involucrados.

Solo una obra presenta un sistema de gestión de cambios con nivel bajo (clase C) ya que no cuenta con los lineamientos bien definidos ni las personas involucradas conocen las acciones a realizar para gestionar sus cambios.

Esto muestra un contraste con la perspectiva reflejada por los administradores en el cuestionario, ya que ellos reflejaban un nivel adecuado de conocimiento sobre gestión de cambios en sus respuestas. Esto es alarmante ya puede acarrear sino se atiende demasiados impactos negativos en la empresa.

Con respecto a otros estudios, el trabajo realizado por Mohamed et al.<sup>85</sup>, en donde de igual manera se evaluó la gestión de cambios en diversos proyectos en Egipto, mostró que, a diferencia de los resultados obtenidos en esta investigación, empresas en clase A lo cual indica que se tiene un sistema bien definido y que debe mantenerse.

---

<sup>85</sup> Anees et al. (2013). "Evaluation of Change Management Efficiency Of Construction Contractors", HBRC Journal, 9:1, 77-85.

### **5.3 Discusión de resultados del nivel de madurez**

Con respecto al proyecto 1 se puede concluir que se cuenta con una gestión de cambios adecuada y en funcionamiento continuo, con un procedimiento marcado y estructurado por parte de la compañía y, que si lo comparamos con las duraciones registradas en la sección 4.2.2, podemos observar que su buena gestión produce un proceso con la menor duración promedio.

Para el proyecto 2 se tienen buenos aspectos en su gestión de cambios y que de igual forma se reflejan al tener una duración del proceso mucho más corta comparadas con las otras obras analizadas, aunque tiene que mejorar varios puntos para poder clasificarse en una categoría A, como:

- Realizar una base de datos para lecciones aprendidas
- Reducir el porcentaje de órdenes de cambio aceptadas sin un escrito
- Buscar que las discrepancias originadas por un cambio se encuentren en un 10%
- Contar con un procedimiento de gestión, claro y bien estructurado, para todos los involucrados

En el proyecto 3 se tienen aspectos positivos en su gestión de cambios, aunque tiene que mejorar en puntos que son vitales para su adecuado funcionamiento, tales como:

- Realizar la verificación y justificación de los cambios
- Buscar que las discrepancias originadas por los cambios disminuyan considerablemente

Si tomamos como punto de comparación la duración del proceso de esta obra registrado en la sección 4.2.2, se pudo determinar que su nivel de gestión es coherente con la duración registrada.

En el proyecto 4 se encontraron varios aspectos a mejorar tales como:

- Disminuir el porcentaje de órdenes de cambio aceptadas sin un documento por escrito, ya que es muy alto
- Contar con personal preparado para revisar y negociar los cambios que se presenten en sus proyectos y alineado a un procedimiento de gestión

## CAPÍTULO VI

# CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 6.1 Conclusiones

A partir de los resultados obtenidos se derivaron las siguientes conclusiones:

- En la mayoría de los casos la única manera para aprobar un cambio es por medio de una aprobación por escrito. Las instrucciones verbales no son aceptadas y de ser así es para cambios urgentes o bajo cierto monto límite.
- El dueño es principal originador de cambios en proyectos de edificación. Los errores de diseño, de acuerdo con la perspectiva de la mayoría de los entrevistados, es la principal causa de cambios; sin embargo, la recopilación de datos arroja que el cambio en el alcance es la principal causa.
- El incremento promedio al presupuesto debido a los cambios se encuentra entre un 6 a un 10% del valor original del contrato en los proyectos de edificación, mientras que el aumento de la duración original del programa está entre un 10 a un 20%. Los tres efectos más importantes de las órdenes de cambio son: incremento en el costo del proyecto, retraso en el programa de obra y decremento de la productividad.
- El uso de técnicas de rastreo, tales como WBS, para monitorear el costo de los cambios, es escaso.
- Los efectos indirectos en el análisis del costo si se toman en cuenta.
- De acuerdo con la evaluación del sistema de gestión de cambios se tiene que la mayor parte de las empresas cuentan con sistema clase B, es decir, que necesita mejorarse.
- Los constructores describen un procedimiento común, el cual incluye desde la evaluación e identificación de los impactos de un cambio, hasta el análisis de los costos. Esto les permite contar con una validación del cambio más eficiente.

- El residente de obra o de costos es la figura más importante para la emisión de una solicitud de cambio, siendo un contraste con la teoría, ya que en la mayoría de los estudios la figura recae en el superintendente de obra o en el gerente de proyecto.
- El formato de orden de cambio no juega un papel tan importante, ya que los constructores utilizan mayormente notas de bitácora como un registro de los cambios que se presentan en sus proyectos.
- Como parte de su proceso de gestión de cambios, los constructores locales realizan una estimación del costo y tiempo del cambio para decidir si se aprueba o se rechaza la solicitud de cambio. Sin embargo, se observó que muy pocas empresas locales realizan una justificación del cambio antes de evaluar su impacto, lo cual puede generar un proceso poco adecuado.
- Las acciones correctivas son las que originan los cambios con un mayor grado de frecuencia, de lo cual se podría inferir que la administración de proyectos se realiza con un enfoque reactivo en estas empresas.
- La notificación de los cambios es principalmente realizada por el residente a cargo del proyecto, por medio de correo electrónico, lo cual representa un medio válido con cierto grado de formalidad, aunque de acuerdo con la bibliografía lo más recomendable es utilizar de manera simultánea un formato escrito en impreso, ya que esto brindaría un mayor nivel de formalidad al proceso de gestión de cambios.<sup>86</sup>

## 6.2 Recomendaciones

De acuerdo con el desarrollo que tuvo esta investigación y con el análisis de cada uno de los proyectos, se pudieron identificar ciertas recomendaciones específicamente

---

<sup>86</sup> Chamoun. (2002). "Administración Profesional de Proyectos.La Guía", México, Mc Graw Hill.

para los constructores; aunque de igual forma, se pudo identificar una línea de investigación para próximos estudios.

### **6.2.1 Recomendaciones para constructores**

En la construcción local, muchos constructores no siguen un procedimiento adecuado para el control de los cambios, lo cual genera un descontrol en los proyectos. Hay que tener la conciencia de que es fundamental, para un adecuado crecimiento de las empresas, la implementación o mejora de sus procesos de gestión de cambios. Esto implicaría la capacitación de su personal sobre las buenas prácticas aplicables a la gestión de los cambios, tales como las recomendadas en el PMBOOK.

### **6.2.2 Recomendaciones para futuras investigaciones**

Debido a que el alcance de este trabajo solo fue descriptivo, aún resta mucho por estudiar, en el contexto local, sobre el tema de la gestión de los cambios. Un seguimiento más completo de los proyectos permitiría cuantificar con mayor precisión la afectación a su presupuesto y su programa, ya que en la presente investigación el periodo de observación fue muy limitado y solamente se recopiló información sobre los cambios en algunas partidas. Otro tema que queda pendiente es determinar las razones por las que se generan los cambios en los proyectos, especialmente para identificar qué fallas se dieron en las etapas previas a la construcción y que posteriormente generaron los cambios.

## Bibliografía

- Ayman Al-Momani. "Construction Delay: A Quantitative Analysis." *International Journal of Project Management* 18, no. 1 (2000): 51–59. [https://doi.org/10.1016/S0263-7863\(98\)00060-X](https://doi.org/10.1016/S0263-7863(98)00060-X).
- Ali Alnuaimi, Ramzi Taha, Mohammed Al Mohsin y Ali Al-Harhi. "Causes, Effects, Benefits, and Remedies of Change Orders on Public Construction Projects in Oman." *Journal of Construction Engineering and Management* 136, no. 5 (2010): 615–22. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)CO.1943-7862.0000154](https://doi.org/10.1061/(ASCE)CO.1943-7862.0000154).
- Mohamed Anees, Hossam Mohamed y Mohamed Razek. "Evaluation of Change Management Efficiency of Construction Contractors." *HBRC Journal* 9, no. 1 (2013): 77–85. <https://doi.org/10.1016/j.hbrcj.2013.02.005>.
- Mohamed Anees. "Evaluation of Change Management Efficiency Of Construction's Contractors," 2012.
- Andrew Atkinson. "The Role of Human Error in Construction Defects." *Structural Survey* 17, no. 4 (1999): 231–36. <https://doi.org/10.1108/02630809910303006>.
- James Bolin. "Effective Change Order Management," 2015. [http://www.long-intl.com/articles/Long\\_Intl\\_Effective\\_Change\\_Order\\_Management.pdf](http://www.long-intl.com/articles/Long_Intl_Effective_Change_Order_Management.pdf).
- James Burati, Jodi Farrington y William Ledbetter. "Causes of Quality Deviations in Design and Construction." *Journal of Construction Engineering and Management* 118, no. 1 (1992): 34–49. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)0733-9364\(1992\)118:1\(34\)](https://doi.org/10.1061/(ASCE)0733-9364(1992)118:1(34)).
- William Ibbs, Clarence Wong y Young Hoon. "Project Change Management System," no. July (2001): 159–65.
- Camara Mexicana de la Industria de la Construcción (CMIC). "La Industria de La Construcción Impulsada Por Un Solo Motor: LA EDIFICACIÓN," 2016.
- Guangming Cao, Steve Clarke y Brian Lehaney. "A Systemic View of Organisational

Change and TQM.” *The TQM Magazine* 12, no. 3 (2000): 186–93.  
<https://doi.org/10.1108/09544780010320241>.

Yamal Chamoun. “*Administración Profesional de Proyectos.La Guía*”, n.d.

Coquinco Charoenngam y Hadikusumo. “Web-Based Application for Managing Change Orders in Construction Projects.” *Construction Innovation: Information, Process, Management* 3, no. 4 (2003): 197–215.  
<https://doi.org/10.1108/14714170310814936>.

Jason Dougherty, Leed Ap, James Zack y Nigel Hughes. “The Impact of Rework on Construction and Some Practical Remedies,” no. August (2012).

Manuel Garcia. “Introduction to CII Practices Special Presentation to American Council for Construction Education,” n.d.

Awad Hanna y Murat Gunduz. “Impact of Change Orders on Small Labor-Intensive Projects.” *Journal of Construction Engineering and Management* 130, no. 5 (2004): 726–33. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)0733-9364\(2004\)130:5\(726\)](https://doi.org/10.1061/(ASCE)0733-9364(2004)130:5(726)).

Qi Hao, Weiming Shen, Joseph Neelamkavil y Russ Thomas. “Change Management in Construction Projects.” *CIB W78 International Conference on Information Technology in Construction*, 2008, 1–11. <https://doi.org/10.1056/NEJMoa1003955> [doi].

Donald Harrington, Brent Mcswain y Rex Snyder. “Pricing Construction Claims and Change Orders,” n.d., 259–320.

William Ibbs, Long Nguyen y Seulkee Lee. “Quantified Impacts of Project Change.” *Journal of Professional Issues in Engineering Education and Practice* 133, no. 1 (2007): 45–52. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)1052-3928\(2007\)133:1\(45\)](https://doi.org/10.1061/(ASCE)1052-3928(2007)133:1(45)).

Shabtai Isaac y Ronie Navon. “Feasibility Study of an Automated Tool for Identifying the Implications of Changes in Construction Projects.” *Journal of Construction Engineering and Management* 134, no. 2 (2008): 139–45.  
[https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)0733-9364\(2008\)134:2\(139\)](https://doi.org/10.1061/(ASCE)0733-9364(2008)134:2(139)).

Rogier Jongeling y Thomas Olofsson. "A Method for Planning of Work-Flow by Combined Use of Location-Based Scheduling and 4D CAD." *Automation in Construction* 16, no. 2 (2007): 189–98. <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2006.04.001>.

Per-Erik Josephson, Bengt Larsson y Heng Li. "Illustrative Benchmarking Rework and Rework Costs in Swedish Construction Industry." *Journal of Management in Engineering* 18, no. 2 (2002): 76–83. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)0742-597X\(2002\)18:2\(76\)](https://doi.org/10.1061/(ASCE)0742-597X(2002)18:2(76)).

Peter Kaming, Paul Olomolaiye, Gary Holt y Frank Harris. "Factors Influencing Construction Time and Cost Overruns on High-Rise Projects in Indonesia." *Construction Management and Economics* 15, no. 1 (1997): 83–94. <https://doi.org/10.1080/014461997373132>.

Sidney Levy. *Administración de Proyectos de Construcción*. McGraw Hill, 2002.

Peter Love, Jim Smith y Heng Li. "The Propagation of Rework Benchmark Metrics for Construction." *International Journal of Quality & Reliability Management* 16, no. 7 (1999): 638–58. <https://doi.org/10.1108/02656719910249829>.

Peter Love y Heng Li. "Quantifying the Causes and Costs of Rework in Construction." *Construction Management and Economics* 18, no. 4 (2000): 479–90. <https://doi.org/10.1080/01446190050024897>.

M.Gokulkarthi y K.S Gowrishankar. "A Study On Impacts of Change Order in Construction Projects." *International Journal of Science and Engineering Research (IJOSER)* 03, no. 01 (2015): 65–72.

Ibrahim Motawa, Chimay Anumba, SangHyun Lee y Feniosky Peña-Mora. "An Integrated System for Change Management in Construction." *Automation in Construction* 16, no. 3 (2007): 368–77. <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2006.07.005>.

Roberto Hernandez, Carlos Fernandez y Maria del Pilar Baptista. Metodología de La

Investigacion. 6a edición. Mcgraw-Hill, n.d.

Ahmed Senouci, Ahmed Alsarraj, Murat Gunduz y Neil Eldin. "Analysis of Change Orders in Qatari Construction Projects." *International Journal of Construction Management* 17, no. 4 (2017): 280–92. <https://doi.org/10.1080/15623599.2016.1211973>.

Engy Serag, Amr Oloufa, Linda Malone y Essam Radwan. "Model for Quantifying the Impact of Change Orders on Project Cost for U.S. Roadwork Construction." *Journal of Construction Engineering and Management* 136, no. 9 (2010): 1015–27. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)CO.1943-7862.0000206](https://doi.org/10.1061/(ASCE)CO.1943-7862.0000206).

Ming Sun, Andrew Fleming, Sepani Senaratne, Ibrahim Motawa y Mei Lin. "A Change Management Toolkit for Construction Projects." *Architectural Engineering and Design Management* 2, no. 4 (2006): 261–71. <https://doi.org/10.1080/17452007.2006.9684621>.

Paolo Tombesi. "Construction Management and Economics Modelling the Dynamics of Design Error Induced Rework in Construction : Comment," no. January 2012 (2010): 37–41.

## Apéndice y Anexos

**Anexo A.** Causas, efectos y buenas prácticas sobre los cambios.

**Anexo A.1.** Causas de cambios con base en el trabajo de Senouci et al

N°	Factores causales	Referencia	Definición
1	Errores en diseño	Egan et al., 2012 Vidalis et al., 2002 Al-Dubaisi, 2000 Ismail et al., 2012	Datos de diseño insuficientes o incorrectos son las razones más importantes, sin embargo, la poca información proporcionada por el dueño, tiempo insuficiente para realizar el diseño, habilidad deficiente del diseñador y la búsqueda del propietario para autorizar cambios durante la fase de construcción a completan los factores que esta definición abarca.
2	Cambio en los requerimientos de diseño	Ismail et al., 2012 Al-Dubaisi, 2000	Pueden ocurrir modificaciones al diseño original dadas por el clima o condiciones de sitio diferentes.
3	Material especificado se encuentra no disponible	Al-Najjar, 2008 Al-Dubaisi, 2000	La falta de materiales en obra es uno de los factores más importantes que pueden llevar demoras y sobrecostos. Esto fue comprobado en el estudio de Al-Najjar en donde se demostró que en Gaza por las dificultades políticas y económicas no se podían conseguir los materiales especificados en el contrato.
4	Cambios significativos en las cantidades de trabajo	Al-Dubaisi, 2000 Ismail et al., 2012	Esto sucede cuando el contrato esta designado para diferentes contratistas pero los límites no están claros y genera una falta de claridad en los documentos sobre el alcance del trabajo.
5	Errores en planeación	Serdar et al. 2012 Yehiel, 2013	Falta de una efectiva planeación pre-construcción
6	Cambio de planes o alcance del dueño	Ismail et al. 2012 Al-Dubaisi, 2000	Es la principal causa de cambios en la construcción, resulta por falta de planeación en la definición de un proyecto o por falta de involucramiento del dueño en la etapa de diseño.
8	Condiciones de sitio diferentes	Alnuami et al., 2010 Al-Dubaisi, 2000 Ismail et al., 2012	Sucede regularmente en condiciones del suelo, ya que puede que el contratista enfrente roca en vez de suelo arcilloso como se tenía especificado en los documentos.
9	Mejora de la calidad	Ismail et al., 2012 Al-Najjar, 2008	Mejoramiento a los estándares establecidos en el contrato debido decisiones del dueño, del consultor o de una norma nueva o no contemplada.

10	Dificultades financieras del dueño	Al-Dubaisi, 2000	El propietario puede afrontar dificultades económicas que lo obliguen a realizar cambios en un intento para reducir costos.
11	Retrasos en el proyecto o cambio del programa de obra por parte del propietario	Al-Najjar, 2008 Serdar et al., 2012 Al-Dubaisi, 2000 Ismail et al., 2012	Un cambio en el programa de obra ya se ha generado por el propietario o por el dueño, que genere un atraso en la entrega estipulada por el contrato.
12	Condiciones climáticas	Al-Dubaisi, 2000 Yehiel, 2013 Serdar et al., 2012 Al-Najjar, 2008 Mahamid et al., 2010 Ismail et al., 2012	Esta causa es de fuerza mayor. Si el contratista es obligado a alterar su programa de trabajo debido al clima como puede ser por las altas temperaturas o vientos muy fuertes, podrá ser compensado de acuerdo con los términos del contrato.
13	Cambios tecnológicos	Al-Dubaisi, 2000 Ismail et al., 2012	Construcciones de mayor grado pueden enfrentar cambios en este aspecto relativas a si existe una tecnología más avanzada de la estipulada en el contrato y se deban realizar cambios.
14	Nuevas Regulaciones Gubernamentales	Al-Dubaisi, 2000 Mahamid et al., 2010	Pueden aparecer nuevas regulaciones de importancia entre el diseño y la construcción que pueden forzar algunos cambios al plan y alcance original y por ende generar órdenes de cambio.
15	Definición de objetivos del proyecto	Al-Dubaisi, 2000	Indica que los objetivos del proyecto no fueron bien definidos
16	Falta de coordinación	Al-Dubaisi, 2000 Ismail et al., 2012	En los proyectos de construcción en donde hay múltiples participantes se puede generar una mala coordinación y por ende cambios por la falta de transmisión de ideas nuevas o preocupaciones que servirán como base para generar cambios de manera adecuada.
17	Valor ingenieril	Al-Dubaisi, 2000 Ismail et al., 2012	Este tipo de estudio oficial de valor permite reducir costo sin embargo es también una fuente de cambios, por lo que el ahorro en costo que produce este tipo de cambio debe ser lo suficientemente alto como justificarlo.

18	El contratista desea mejorar su condición financiera	Al-Dubaisi, 2000 Ismai et al., 2012	El contratista buscara convencer al dueño de que ciertos cambios se deben realizar para darle a él, el beneficio que genera un trabajo adicional. El contratista toma generalmente cualquier excusa para reclamar que cierta parte de su trabajo no está en su alcance y por ende requiere de una compensación por realizarlo.
19	Dificultades financieras del contratista	Al-Dubaisi, 2000 Ismai et al., 2012	Si el contratista es nuevo en proyectos de gran envergadura podría afrontar problemas económicos para ejecutar los trabajos, lo que trae consigo retrasos que pueden generar cambios para compensarlos.
20	Escasez de mano de obra calificada	Al-Dubaisi, 2000 Ismai et al., 2012	Algunos trabajos requieren de habilidades especializadas que pueden no estar disponibles en el mercado local y por esa razón el dueño puede decidir modificar el método o procedimiento de construcción. Este tipo de cambio es más frecuente en construcciones que tienen algún grado de complejidad tecnológica que no son normales en un edificio de construcción.
21	Falta de equipo	Al-Dubaisi, 2000 Ismai et al., 2012	La falta de un equipo de trabajo puede generar un cambio en el plan original. La activa participación del dueño durante el diseño puede minimizar esta fuente de cambios.
22	Mano de obra defectuosa	Al-Dubaisi, 2000 Ismai et al., 2012	La aceptación de un trabajo mal elaborado por tiempos apretados puede forzar un cambio posterior y un retrabajo para corregirlo.
23	Consideraciones de seguridad	Al-Dubaisi, 2000 Ismai et al., 2012	Si ciertos aspectos de seguridad fueron pasados por alto, el dueño o consultor debe iniciar un cambio para adicionar medidas al edificio. La adición de estas medidas puede generar órdenes de cambios.

### Anexo A.2. Efectos de cambios con base en el trabajo de Senouci et al.

N°	Efectos	Referencia	Definición
1	Decremento en la productividad	Al-Dubaisi, 2000 Alaryan, Elshahat, & Dawood, 2014	La productividad en los trabajadores es impactada de manera negativa por las órdenes de cambio especialmente en cambios repetitivos. El costo la fuerza de trabajo aumenta y por ende el costo del proyecto también. En países en donde el costo de la fuerza de trabajo es barato, el impacto no se siente. En cualquier caso la degradación de la productividad puede costar en días extras o semanas extras.

2	Retraso en completar el programa	Al-Dubaisi, 2000 Ismail et al., 2012 Alnuaimi, Taha, Al Mohsin, & Al-Harthi, 2010 Alaryan, Elshahat, & Dawood, 2014	Los cambios generalmente resultan en extensión de tiempo. En otras instancias, el dueño puede intentar compensar el tiempo de retraso, acelerando el trabajo para mantener el plan original. En ambos casos, tiempo adicional significa costo adicional. Los retrasos pueden ser costosos.
3	Disputas entre el dueño y el contratista	Al-Dubaisi, 2000 Ismail et al., 2012 Mahamid et al., 2010 Alnuaimi, Taha, Al Mohsin, & Al-Harthi, 2010	Los cambios y las órdenes de cambios son una de las razones más importantes de reclamos y disputas. Los cambios deben ir a través de un proceso de evaluación, estimación y negociación que puede estar lleno de estrés y tensión entre ambas partes. Si estas negociaciones no son asentadas de manera pacífica a través de la negociación directa y arbitrariedad terminaran en un proceso legal que suspenderá el proyecto entero.
4	Decremento en calidad	Al-Dubaisi, 2000 Ismail et al., 2012 Alnuaimi, Taha, Al Mohsin, & Al-Harthi, 2010 Alaryan, Elshahat, & Dawood, 2014	Así Algunas veces los cambios conducen a un bajo nivel de trabajo. Puede crear un desajuste con otras áreas que afecten la calidad en general del trabajo. La moral de los implicados después de tantos cambios pueden afectar su desempeño y por ende la calidad de su trabajo.
5	Incremento en el costo del proyecto	Al-Dubaisi, 2000 Ismail et al., 2012 Alnuaimi, Taha, Al Mohsin, & Al-Harthi, 2010 Alaryan, Elshahat, & Dawood, 2014	Este es un efecto muy evidente cuando se presenta un cambio. Es el efecto más revisado tanto por parte del dueño como por el contratista.
6	Dinero adicional para el contratista	Al-Dubaisi, 2000 Ismail et al., 2012 Alnuaimi, Taha, Al Mohsin, & Al-Harthi, 2010 Alaryan, Elshahat, & Dawood, 2014	Frecuentemente hay ganancia adicional para el contratista por el ejecutar el alcance adicional.

7	Retraso del material y herramientas	Al-Dubaisi, 2000 Alaryan, Elshahat, & Dawood, 2014	Las órdenes de cambio generan problemas con los materiales y herramientas requeridas para ciertas actividades adicionales. Por ejemplo, una orden de cambio para un tipo de puerta de un edificio después de que las órdenes para puertas fueron enviadas al vendedor. El nuevo tipo de puerta puede no estar disponible y requerirá tiempo adicional para ordenar o incluso fabricar. Esto crea un retraso de materiales. El retraso de las herramientas ocurre, por ejemplo, cuando se ha cambiado cierto procedimiento de montaje y se requiere una grúa más grande que no esté disponible en el momento. Este costo de retraso puede ser algo costoso.
8	Trabajo en espera	Al-Dubaisi, 2000 Alaryan, Elshahat, & Dawood, 2014	El cambio en un determinado paquete de trabajo puede poner el trabajo de otras actividades en espera. Esto sucede cuando las actividades están interdependientes.
9	Aumento en gastos generales	Al-Dubaisi,2000 Alaryan, Elshahat, & Dawood, 2014	Normalmente las órdenes de cambio requieren procesamiento de información, papeleo y revisiones antes de incluso proceder. Esto requerirá retener fondos que de otra manera iban a ser utilizados par a otras actividades. Estos gastos menores no se cargan a la cuenta de órdenes de cambio sino al del contratista ya que no son tan fáciles de definir y separar de las distintas cuentas.
10	Retraso en pagos	Al-Dubaisi,2000 Alaryan, Elshahat, & Dawood, 2014	Si el pago al contratista depende de que se cumpla cierta actividad o hito, existe la posibilidad de que como resultado de una orden de cambio haya un retraso en el pago por no cumplir con el hito.
11	Demoliciones y re trabajos	Al-Dubaisi,2000 Alaryan, Elshahat, & Dawood, 2014	A menudo, cambios que ocurren después de la construcción del proyecto causaran que algunas partes del trabajo sean demolidas y genere un re trabajo.

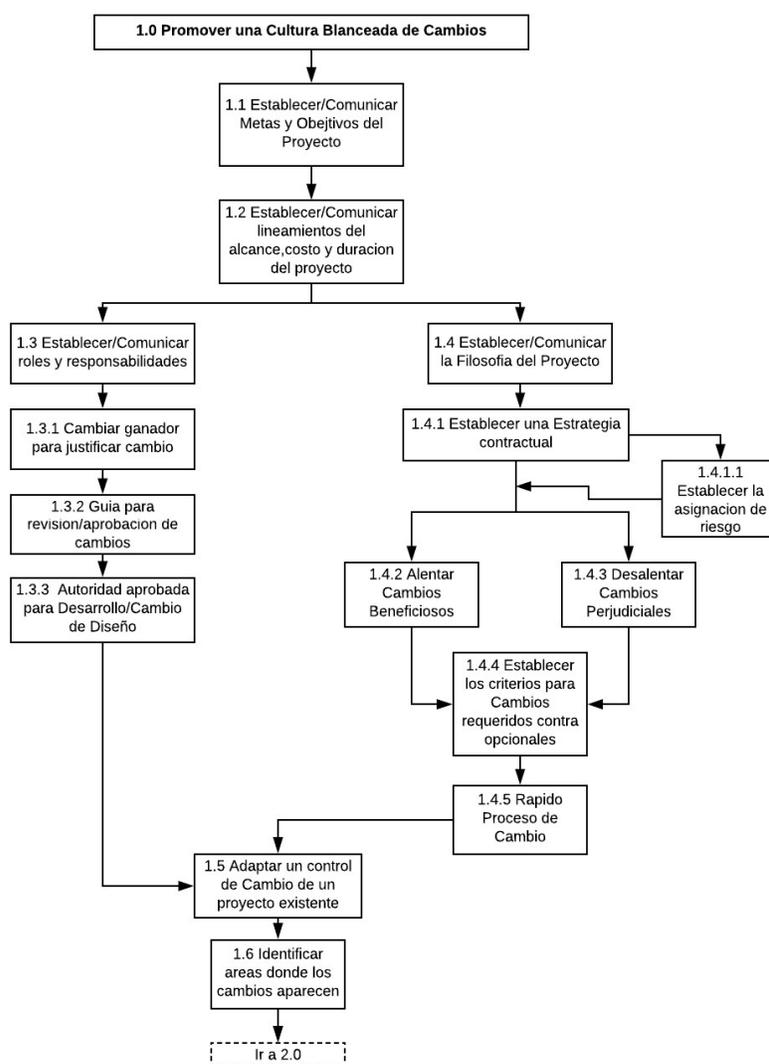
**Anexo A.3.** Buenas prácticas de la gestión de cambios con base en el trabajo de Senouci et al.

N°	Controles	Definición
1	Claridad del procedimiento de Orden de cambio	<p>Cada ingeniero debe preguntarse las siguientes cuestiones antes de la reunión inicial:</p> <p>a.) ¿Están claros todos los procedimientos para manejar cambios a todos los implicados?</p> <p>b.) ¿Los formatos e instrucciones a completar estas disponibles?</p> <p>c.) ¿Las personas responsables de aprobar, negociar y revisar los cambios bien definidos?</p> <p>El esclarecimiento de este procedimiento al inicio de todo trabajo ahorrara mucho tiempo y esfuerzo.</p>
2	Rápida aprobación	<p>El tiempo entre que se reconoce la necesidad de un cambio y que se realiza el cambio pueden ser días o meses. Entre más tiempo se lleve el periodo entre el reconocimiento y la implementación, más caro será el cambio. Debido a que la construcción es dinámica, el costo de un cambio incrementa en cuanto al proyecto va avanzado de fase. Este control es muy importante en organizaciones grandes o proyectos extensos y con diversos jugadores involucrados.</p>
3	Habilidad para negociar cambios	<p>Hay ciertas habilidades requeridas para negociar las órdenes de cambio. Conocimiento de los términos del contrato, detalles de proyecto, detalles técnicos del campo, y habilidades de negociación son requeridas para ser exitoso en los acuerdos de órdenes de cambios. La falta de alguna de estas habilidades puede complicar la negociación y permitir las disputas, retrasos o tomar malas decisiones.</p>
4	Aprobación por escrito	<p>Los cambios no deben realizarse sin aprobación por escrito. Es difícil cobrar un cambio ejecutado si no hay una autorización por escrito de la propietaria. En el ambiente agitado de la construcción muchos acuerdos verbales pueden ser olvidados dejando al contratista desarmado en la batalla para cobrar por los cambios.</p>
5	Alcance de la orden de cambio	<p>Como en el caso del alcance original del proyecto, el alcance del cambio debe ser definido con claridad. Los planos afectados por el cambio de alcance deben revisarse para asegurar el nuevo alcance de la construcción y demolición, y para ver el efecto de este cambio en otras partes de la instalación. Esto se vuelve crítico cuando se trabaja en un proyecto de renovación donde hay una constante interacción con la estructura existente.</p>

6	Precio de los efectos indirectos	Los cambios tienen efectos directos e indirectos en los proyectos. Usualmente los efectos indirectos no son tomados en cuenta. En proyectos simples no hay problema, sin embargo, en proyectos complejos pueden ser representativos. Estos efectos pueden ser en la productividad laboral, seguros adicionales, gastos generales extras, cambios de programa a un periodo menos favorable, etc. El que presupuesta las órdenes de cambio debe considerar estos factores para dar una compensación justa.
7	Justificación de cambios	Cualquier cambio requerido debe ser examinado cuidadosamente para asegurarse de que hay suficiente justificación. Conociendo los problemas asociados con los cambios de la construcción, la autoridad quien apruebe cambios debe asegurar un alto costo-beneficio para proceder con el cambio. Un esfuerzo extra debe ser ejercido para determinar el efecto del alcance de un cambio, costo, material, financiamiento, etc. antes de su aprobación.
8	Revisión de documentos de contrato	Dueños y contratistas deben revisar los términos contractuales y documentos relacionados antes de realizar una negociación. En diversos casos, hay términos ya establecidos para este tipo de revisión. Se debe prestar atención a las áreas grises o poco conocidas donde diferentes interpretaciones pueden darse. La clarificación debe hacerse en etapas tempranas particularmente en las partes vagas de los documentos. En muchas ocasiones, preguntas que no fueron contestadas en la parte conceptual del desarrollo del proyecto son arrastradas a la fase de construcción siendo muy costoso.
9	Diseño congelado	Diversos dueños consideran esta medida después de determinar que el desarrollo es satisfactorio. Esto es algo efectivo en una organización multi-departamental. En tal caso cada departamento continuara requiriendo modificaciones al alcance. Usando este procedimiento de alcance de control, el dueño se compromete a revisar en etapas tempranas del proyecto.
10	Esfuerzo de equipo	Diversos investigadores han concluido que el esfuerzo en equipo minimiza el impacto de los cambios. Impulsar el trabajo en equipo es considerado el más efectivo control de gestión de cambios. Esto requiere que todas las partes (dueño, contratista y consultor) trabajen juntos para identificar e implementar cambios del proyecto y abiertamente compartir la información para presupuestarla e implementar cambios.
11	Uso de WBS	Una manera efectiva de rastrear el costo de las órdenes de cambio es usar la Estructura de desglose de trabajo (WBS). Esta técnica permite al gerente del proyecto observar los efectos de los cambios que suceden

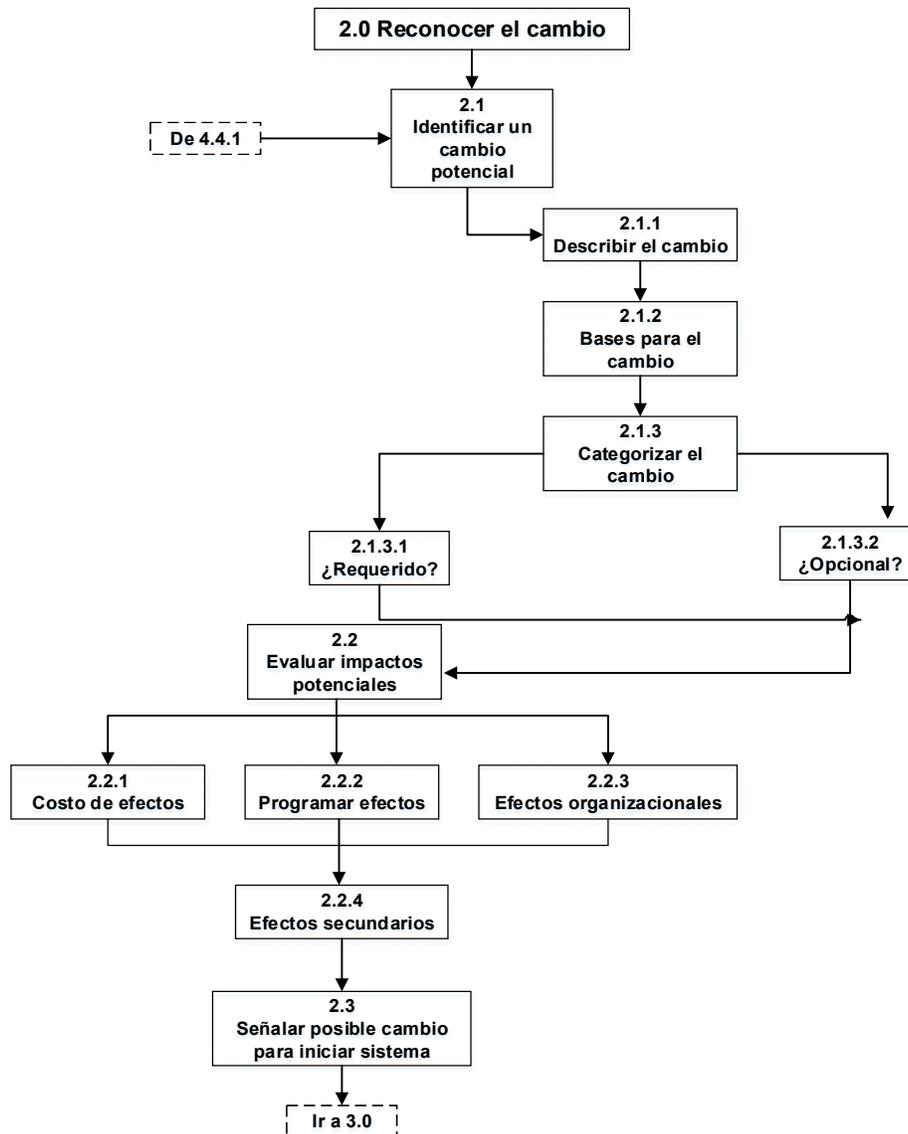
**Anexo B** Procedimiento de gestión de cambios de acuerdo con C. Williams Ibbs, Wong y Kwak

**Anexo B.1** Procedimiento para promover una cultura balanceada de cambios en un proyecto de construcción de acuerdo a C. Williams Ibbs, Wong y Kwak <sup>87</sup>



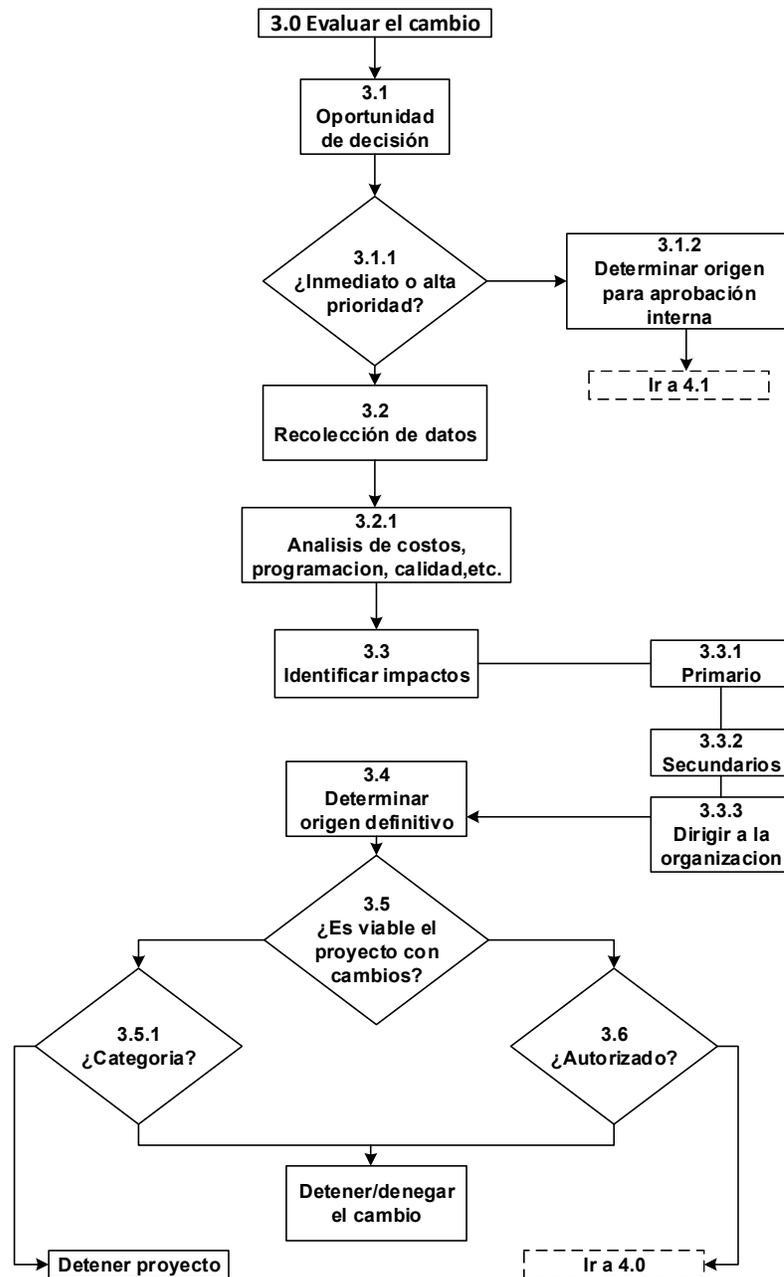
<sup>87</sup> Ibbs et al. (2001). "Project Change Management System", Journal of Management in Engineering, 17:159–65.

**Anexo B.2** Procedimiento para reconocer el cambio en un proyecto de construcción de acuerdo con C. Williams Ibbs, Wong y Kwak.<sup>88</sup>



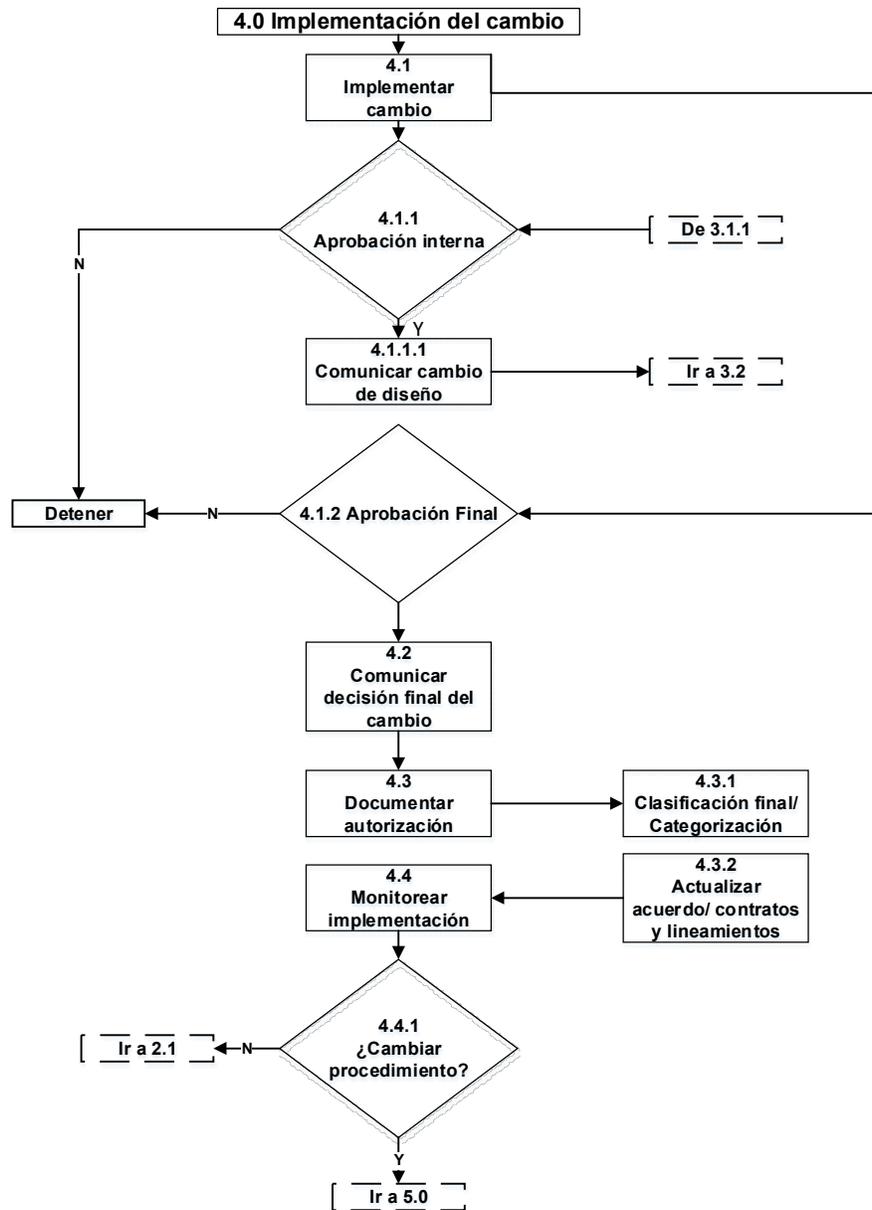
<sup>88</sup> Ibbs et al. (2001). "Project Change Management System", Journal of Management in Engineering, 17:159–65.

**Anexo B.3** Procedimiento para evaluar el cambio en un proyecto de construcción de acuerdo con C. Williams Ibbes, Wong y Kwak.<sup>89</sup>



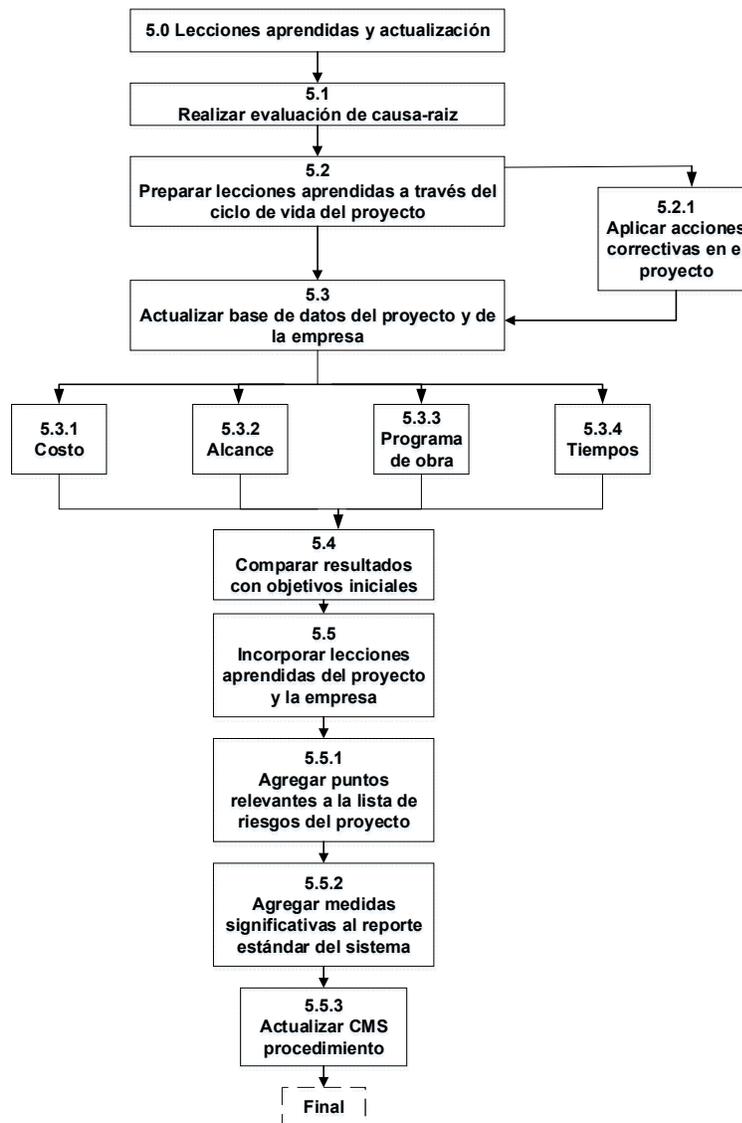
<sup>89</sup> Ibbes et al. (2001). "Project Change Management System", Journal of Management in Engineering, 17:159–65.

**Anexo B.4** Procedimiento para la implementación del cambio en un proyecto de construcción de acuerdo con C. Williams Ibbs, Wong y Kwak <sup>90</sup>



<sup>90</sup> Ibbs et al. (2001). "Project Change Management System", Journal of Management in Engineering, 17:159–65.

**Anexo B.5** Procedimiento para la mejora a partir de lecciones aprendidas de acuerdo con C. Williams Ibbs, Wong y Kwak <sup>91</sup>



<sup>91</sup> Ibbs et al. (2001). "Project Change Management System", Journal of Management in Engineering, 17:159–65.

**Apéndice C.** Cuestionario para aplicar a empresas constructoras

**Facultad de Ingeniería  
Unidad de Posgrado e Investigación  
Maestría en Ingeniería opción construcción**

Instrumento para la recopilación de información sobre la gestión de cambios en proyectos de edificación en el Estado de Yucatán

**Instrucciones y definiciones**

- a) Las preguntas incluyen más de una respuesta. Seleccione la que mejor refleje la experiencia en su organización.
- b) Para los propósitos de este estudio, se considera que los proyectos del subsector Edificación incluyen: hospitales y clínicas, edificios industriales, comerciales, y de servicios; y se excluye vivienda, carreteras y cualquier otro tipo de construcción.
- c) Orden de cambio se define como cualquier alteración del acuerdo original. Esto puede o no generar efectos en costo y tiempo.
- d) Constructor es definido como la parte que se compromete con el propietario, mediante un contrato vinculante, para ejecutar los trabajos de construcción.

**Información del encuestado**

1. Proporcione por favor la siguiente información para referencia

Nombre de la constructora  
(organización):

Nombre del encuestado:

Posición en la organización:

Antigüedad en esta organización:

Correo electrónico del encuestado:

2. Su compañía es:

- a. Constructora
- b. Consultora
- c. Otro, especifica .....

3. ¿Cuántos años de experiencia tiene su compañía en Edificación?
  - a. Menos de 5 años
  - b. 5-10 años
  - c. 10-15 años
  - d. Más de 15 años
4. ¿Cuál es el tamaño de su compañía?
  - a. Menos de 10 empleados
  - b. 10-20 empleados
  - c. 20-50 empleados
  - d. Más de 50 empleados
5. Sus proyectos generalmente son:
  - a. Proyectos del sector publico
  - b. Proyectos del sector privado
  - c. Otro, especifica.....
6. ¿Qué tipo de proyectos de edificación ha llevado a cabo su organización? Puede seleccionar más de una opción
  - a. Hospitales y clínicas
  - b. Escuelas
  - c. Obras y trabajos auxiliares para la edificación
  - d. Edificios industriales
  - e. Edificios comerciales
  - f. Edificios de servicios

### **Características de la Industria**

Con base a la experiencia que ha tenido su organización en la realización de proyectos de edificación, encierre en un círculo la respuesta que convenga:

7. ¿Cuál es el promedio de órdenes de cambio que se presenta en los proyectos de Edificación que ha realizado su organización (en términos del % del valor contractual)?
  - a. 0 a 5%

- b. 6 a 10%
  - c. 11 a 15%
  - d. 16 a 20%
  - e. Más del 20%
8. ¿Qué tanto han afectado las órdenes de cambio al programa de actividades en los proyectos que ha realizado su organización? (en términos del % del programa original)
- a. Menos del 10%
  - b. 10-20%
  - c. Más de un 20%
9. ¿Quién es el principal originador de las órdenes de cambio?
- a. El dueño
  - b. El diseñador
  - c. El constructor
  - d. El consultor
  - e. Todos tienen contribuciones proporcionales
  - f. Otro (especifique por favor)
10. ¿Qué formato para gestionar los cambios se utiliza con mayor frecuencia en su organización?
- a. Formato AIA
  - b. Formato del dueño
  - c. Formato propio
  - d. Otro, especifique por favor.....
11. El tipo de contrato que con mayor frecuencia utilizan los clientes de su organización, es:
- a. Concurso con precios unitarios
  - b. Concurso con precio alzado
  - c. Administración de costos
  - d. Diseño - construcción
  - e. Llave en mano

- f. Otro, especifique por favor .....
12. Las compensaciones por órdenes de cambios se basan mayormente en:
- a. Precios unitarios como se estableció en el contrato
  - b. Ajuste de precios unitarios
  - c. Costo real más un margen
  - d. Precio fijo negociado
  - e. Otro, especifique.....
13. ¿Qué tipos de órdenes de cambio son autorizadas en su organización sin el uso de un medio explícito (es decir, por escrito)?
- a. Ninguna
  - b. Bajo cierto precio limite
  - c. Cambios urgentes
  - d. Otros, especifique.....
14. ¿En la aprobación de una orden de cambio para un proyecto, cuántas personas de la organización deben dar su visto bueno?
- a. Una
  - b. Dos
  - c. Tres
  - d. Más de tres
15. El personal clave (supervisor de obra, superintendente, encargado de control de obra, etc.) asignado al proyecto:
- a. Permanece durante todo el proyecto
  - b. Cambia alguna vez durante el proyecto
  - c. Cambia frecuentemente durante el proyecto
16. Durante la construcción de un proyecto realizado por su empresa ¿En qué partida se presentan generalmente más cambios?
- a. Preliminares
  - b. Cimentaciones
  - c. Estructuras
  - d. Acabados

- e. Albañilería
- f. Plomería y electricidad
- g. Otro, especifique por favor:

17. El principal interés que tiene su empresa durante la realización de un proyecto, es:

(Por favor, seleccione solamente uno)

- a. Terminar el proyecto de acuerdo a los costos estimados
- b. Entregar la obra en el tiempo estipulado
- c. Cumplir con las especificaciones establecidas en el diseño
- d. Concluir el proyecto con cero afectaciones a la integridad física de los trabajadores o la propiedad
- e. Otro. Describa por favor:

### Causas principales de cambios

En la siguiente tabla se enlistan las causas principales de las órdenes de cambio en proyectos de Edificación. Indique la frecuencia con la que estas causas se presentan en los proyectos que realiza su organización.

#	Fuente o causa de orden de cambio	Muy frecuente	Frecuente	A veces	Raramente	Nunca
1	Errores en diseño					
2	Cambio en los requerimientos de diseño					
3	Material especificado se encuentra no disponible					
4	Cambios significativos en las cantidades de trabajo					
5	Errores en planeación					
6	Cambio de planes o alcance del dueño					
7	Condiciones de sitio diferentes					
8	Mejora de la calidad					
9	Dificultades financieras del dueño					
10	Retrasos en el proyecto o cambios en el programa de obra, debidos al propietario					
11	Condiciones climáticas					

12	Cambios tecnológicos					
13	Nuevas Regulaciones Gubernamentales					
14	Definición de objetivos del proyecto					
15	Falta de coordinación					
16	Valor ingenieril					
18	Dificultades financieras del constructor					
19	Escasez de mano de obra calificada					
20	Falta de equipo					
21	Mano de obra defectuosa					
22	Consideraciones de seguridad					

Con base a su experiencia, añada otras causas que originan cambios.

<b>Fuente o causa de orden de cambio</b>	<b>Muy frecuente</b>	<b>Frecuente</b>	<b>A veces</b>	<b>Raramente</b>	<b>Nunca</b>

### **Efectos de las órdenes de cambio.**

En la siguiente tabla se enlistan las consecuencias o efectos de las órdenes de cambio en proyectos de Edificación. Indique la frecuencia con la que estos efectos se presentan en sus proyectos de edificación.

<b>#</b>	<b>Consecuencia o efecto de orden de cambio</b>	<b>Muy frecuente</b>	<b>Frecuente</b>	<b>A veces</b>	<b>Raramente</b>	<b>Nunca</b>
1	Decremento en la productividad					
2	Retraso en completar el programa					
3	Disputas entre el dueño y el constructor					
4	Decremento en calidad					
5	Incremento en el costo del proyecto					
6	Dinero adicional para el constructor					

7	Retraso del material y herramientas					
8	Trabajo en espera					
9	Aumento en gastos generales					
10	Retraso en pagos					
11	Demoliciones y re trabajos					

Con base a su experiencia, añada otras consecuencias que se presenten.

<u>Consecuencia o efecto de orden de cambio</u>	Muy frecuente	Frecuente	A veces	Raramente	Nunca

### **Buenas prácticas de administración y control de las órdenes de cambio**

En la siguiente tabla se enlistan las prácticas más comunes en la administración y el control de las órdenes de cambio en un proyecto. Indique la frecuencia con la que estas buenas prácticas son usadas en la realización de sus proyectos de edificación.

#	Prácticas	Siempre	Casi siempre	A veces	Raramente	Nunca
1	Los procedimientos para manejar ordenes de cambio son claros desde el comienzo					
2	La aprobación de cambios es oportuno					
3	Los cambios son negociados por personas conectoras					
4	Los cambios no son realizados sin la apropiada aprobación por escrito					
5	El alcance del cambio es claro para todos los involucrados					
6	El alcance del cambio es claro para todos los involucrados					
7	Todos los cambios en diseño son revisados para brindar justificaciones a los mismos					
8	Las áreas grises de los documentos contractuales se revisan a detalle antes de la firma del mismo					
11	La estructura de desglose del trabajo (WBS) u otras técnicas se usan para rastrear el costo de los cambios					

Con base a su experiencia, añada otras prácticas que aplique su empresa en la administración de los cambios de un proyecto.

Práctica	Muy frecuente	Frecuente	A veces	Raramente	Nunca

### Proceso de gestión de cambios

18. De acuerdo al procedimiento que se sigue en su empresa para gestionar los cambios, ¿qué pasos se deben seguir para validar los cambios emitidos por el cliente?

19. ¿Quiénes pueden emitir una solicitud de cambio?

20. ¿De qué manera lleva su empresa el registro de los cambios en un proyecto?

21. ¿Cómo se registran las solicitudes de cambios rechazadas?

22. ¿Quiénes son los encargados de notificar un cambio y a quién se le notifica?

23. ¿Cómo se determina el impacto del cambio en un proyecto, en términos de tiempo y costo?

24. ¿Qué información se usa para decidir la aprobación de un cambio?

a) Descripción de los trabajos implícitos en el cambio.

b) Estimación del costo del cambio.

c) Estimación del tiempo de ejecución del cambio.

d) Otro. Describa por favor: \_\_\_\_\_

25. ¿Cómo se determina la prioridad de una solicitud de cambio?

26. ¿Qué diligencias se llevan a cabo para la aprobación de un cambio? (por ejemplo, reuniones de conciliación con el cliente)

27. ¿Cuál de las siguientes acciones se presenta con mayor frecuencia como origen de las solicitudes de cambios en un proyecto?

- a) Acciones preventivas
- b) Acciones correctivas
- c) Reparación de defectos
- d) Actualizaciones

28. ¿Cuál medio se utiliza con mayor frecuencia para notificar la aprobación de un cambio al equipo a cargo del proyecto?

- a) Correo electrónico
- b) Verbalmente
- c) Redes sociales
- d) Mensajes por celular
- e) Algún otro medio, especifique por favor \_\_\_\_\_

29. ¿Qué información se recolecta durante la ejecución de un cambio?

30. ¿En qué documentos se reporta dicha información?

31. ¿Cómo se evalúan los cambios en un proyecto para determinar su principal causa?







## Apéndice E. Respuestas a cuestionario

**Tabla E.17** Pregunta 18

<b>Pregunta:</b>	<b>De acuerdo al procedimiento que se sigue en su empresa para gestionar los cambios, ¿qué pasos se deben seguir para validar los cambios emitidos por el cliente?</b>
Respuesta 1	Firma del responsable que está solicitando el cambio
Respuesta 2	+Se hace una evaluación de las consecuencias, si hay muchas se busca una alternativa y valida la justificación. +Se hace un estimado de costo y tiempo +Se elabora una solicitud(orden de cambio potencial) +Se autoriza o Se rechaza +Se registra el cambio
Respuesta 3	Se realiza una identificación del impacto en tiempo y costo del cambio y si no hay una mayor afectación se aprueba
Respuesta 4	Se verifica que el cambio este dentro del alcance en cuanto al costo y la afectación a otras actividades
Respuesta 5	El residente de obra envía una justificación del cambio al analista de precios unitarios que procede a realizar un estimado del costo y se procede a aceptar o rechazar el cambio
Respuesta 6	El gerente de obra y el gerente de costos proceden a realizar un análisis del cambio para proceder a realizarlo o no
Respuesta 7	El residente de costos de la obra analiza si se procede a ejecutar el trabajo o no, entregando una justificación avalada por el residente de obra
Respuesta 8	Se analiza, evalúa e identifica las posibles consecuencias que tendrá el cambio en el proyecto, si es viable realizarlo, se notifica al cliente del costo y tiempo que se necesita para su ejecución
Respuesta 9	Notificación por parte del cliente o del residente de obra al departamento de costos, se determina la magnitud del cambio y se toma una decisión
Respuesta 10	Se debe entregar una orden firmada por el cliente con justificación del cambio al residente de costos de la obra para aceptar o no el cambio
Respuesta 11	El gerente del proyecto evalúa y justifica el cambio con el cliente
Respuesta 12	Se procede a enviar la justificación y alcance que implicara el cambio para que un analista determine si se ejecutara o no el cambio por cuestiones de costo
Respuesta 13	Se debe realizar un análisis del costo de la actividad, así como la duración de sus actividades para determinar su alcance
Respuesta 14	Se debe obtener una justificación del cambio

Respuesta 15	El departamento de Costos determina si se debe ejecutar o no de acuerdo al costo e impacto en otras actividades
Respuesta 16	El encargado del proyecto debe evaluar la importancia de la realización del cambio de acuerdo con el costo y duración del mismo en el proyecto
Respuesta 17	Se debe checar que el cambio no tenga un impacto tan grande en otras actividades
Respuesta 18	Evaluando el costo y tiempo del cambio con respecto a otras actividades, para determinar su efecto en el proyecto
Respuesta 19	Se obtiene el costo de la actividad y se verifica que se tengan los recursos necesarios para su realización, sin afectar actividades críticas
Respuesta 20	Se realiza una justificación del cambio en donde se toma en cuenta el costo y tiempo de ejecución

**Tabla E.21** Pregunta 22

<b>Pregunta:</b>	<b>¿Quiénes pueden emitir una solicitud de cambio?</b>
Respuesta 1	Responsable del tramo u obra en cuestión
Respuesta 2	Solo los gerentes del proyecto
Respuesta 3	Residente de obra
Respuesta 4	Supervisor de obra
Respuesta 5	Residente de obra y el cliente
Respuesta 6	El gerente de obra o sus respectivos residentes
Respuesta 7	Residente de costos y el cliente
Respuesta 8	Supervisor de obra
Respuesta 9	Gerente de obra
Respuesta 10	Residente de costos
Respuesta 11	Gerente de proyecto, supervisor
Respuesta 12	Residente de obra
Respuesta 13	Gerente
Respuesta 14	Residente de obra
Respuesta 15	Residente
Respuesta 16	Gerente de obra
Respuesta 17	Residente
Respuesta 18	Residente
Respuesta 19	Residente
Respuesta 20	Residente

**Tabla E.20** Pregunta 21

<b>Pregunta:</b>	<b>¿De qué manera lleva su empresa el registro de los cambios en un proyecto?</b>
Respuesta 1	En un una bitácora como en un consecutivo
Respuesta 2	En un software propio
Respuesta 3	En una hoja de control de cambios
Respuesta 4	En notas de bitácora o diario de obra
Respuesta 5	En un registro de cambios
Respuesta 6	Bitácora
Respuesta 7	En una orden así como en una tabla de Excel
Respuesta 8	Por medio de una tabla de registro de cambios
Respuesta 9	Notas de bitácora y ordenes de trabajo
Respuesta 10	Hoja de Excel
Respuesta 11	Nota de bitácora, formato de cambio y con una tabla de control
Respuesta 12	En la bitácora
Respuesta 13	Notas de bitácora y ordenes de trabajo
Respuesta 14	Bitácora de obra
Respuesta 15	Nota de bitácora
Respuesta 16	Registro de control de cambios
Respuesta 17	Nota de bitácora
Respuesta 18	Bitácora de obra
Respuesta 19	Nota de bitácora
Respuesta 20	Excel

**Tabla E.22** Pregunta 23

<b>Pregunta:</b>	<b>¿Cómo se determina el impacto del cambio en un proyecto, en términos de tiempo y costo?</b>
Respuesta 1	Analizando la complejidad del cambio, los materiales, mano de obra, herramientas, equipo que está involucrado, así como las actividades que afecta si son secuenciales
Respuesta 2	Mediante un análisis de precio unitario y rendimientos
Respuesta 3	Revisando las actividades involucradas y su afectación
Respuesta 4	Análisis de precios unitarios y del programa de obra
Respuesta 5	Identificando la magnitud de los trabajos que implican el cambio
Respuesta 6	Realizando un análisis costo-beneficio del cambio
Respuesta 7	Determinando que trabajos se verían afectados
Respuesta 8	Análisis de los insumos que requiere tanto de materiales como humanos, para determinar cuánto costara y cuanto durara
Respuesta 9	Por medio de una análisis de precios unitarios y de la duración de los trabajos a realizar

Respuesta 10	Conociendo que materiales y mano de obra se utilizaran para determinar el precio, y las actividades que serán realizadas para determinar el tiempo
Respuesta 11	Sacando el precio unitario de los trabajos así como su programa
Respuesta 12	Por medio de saber las actividades y sus rendimientos de mano de obra
Respuesta 13	Por medio de estudiar bien todo lo que envuelve al cambio tanto en costo como en ejecución
Respuesta 14	Analizando el precio de cada actividad
Respuesta 15	Determinando que actividades se realizaran
Respuesta 16	Análisis costo-beneficio
Respuesta 17	Analizando el costo y tiempo de ejecución del cambio
Respuesta 18	Realizando un análisis exhaustivo de los costos de los insumos
Respuesta 19	Mediante un análisis costo-beneficio
Respuesta 20	Si el presupuesto llega a sufrir alguna alteración así como el programa de obra

**Tabla E.23** Pregunta 24

<b>Pregunta:</b>	<b>¿Qué información se usa para decidir la aprobación de un cambio?</b>
Respuesta 1	Descripción de los trabajos implícitos en el cambio, estimación del costo del cambio, estimación del tiempo de ejecución del cambio
Respuesta 2	Descripción de los trabajos implícitos en el cambio, estimación del costo del cambio, estimación del tiempo de ejecución del cambio
Respuesta 3	Estimación del costo del cambio
Respuesta 4	Descripción de los trabajos implícitos en el cambio, estimación del costo del cambio, estimación del tiempo de ejecución del cambio
Respuesta 5	Descripción de los trabajos implícitos en el cambio
Respuesta 6	Estimación del costo del cambio
Respuesta 7	Descripción de los trabajos implícitos en el cambio, estimación del costo del cambio, estimación del tiempo de ejecución del cambio
Respuesta 8	Descripción de los trabajos implícitos en el cambio, estimación del costo del cambio, estimación del tiempo de ejecución del cambio
Respuesta 9	Descripción de los trabajos implícitos en el cambio, estimación del costo del cambio, estimación del tiempo de ejecución del cambio
Respuesta 10	Descripción de los trabajos implícitos en el cambio, estimación del costo del cambio, estimación del tiempo de ejecución del cambio
Respuesta 11	Estimación del costo del cambio
Respuesta 12	Descripción de los trabajos implícitos en el cambio, estimación del costo del cambio, estimación del tiempo de ejecución del cambio
Respuesta 13	Alcance del cambio y estimado del costo
Respuesta 14	Saber el costo aproximado del trabajo
Respuesta 15	Determinar el alcance, costo y tiempo de ejecución
Respuesta 16	Descripción de los trabajos implícitos
Respuesta 17	Descripción de los trabajos implícitos en el cambio, estimación del costo del cambio, estimación del tiempo de ejecución del cambio

Respuesta 18	Descripción de los trabajos implícitos en el cambio
Respuesta 19	Descripción de los trabajos y su alcance en tiempo y costo
Respuesta 20	Estimación del costo del cambio

**Tabla E.24** Pregunta 25

<b>Pregunta:</b>	<b>¿Cómo se determina la prioridad de una solicitud de un cambio?</b>
Respuesta 1	Por el impacto que tendrá en tiempo-costo contra la ganancia que se obtendrá en el negocio final del cliente
Respuesta 2	De acuerdo al impacto
Respuesta 3	Por la magnitud que tendrá en la obra
Respuesta 4	Por su costo y duración
Respuesta 5	Por la cantidad de trabajo que implica
Respuesta 6	Por las actividades a las que afectara
Respuesta 7	Por cuanto golpee a la utilidad prevista en el proyecto
Respuesta 8	Por su precio unitario, su volumen y duración
Respuesta 9	Por los trabajos que se deberán realizar y como estos afecten a otros
Respuesta 10	Por su costo directo y tiempo
Respuesta 11	Si genera interferencia con actividades criticas
Respuesta 12	Por su repercusión en la utilidad y duración de la obra
Respuesta 13	Por su impacto en el proyecto de acuerdo a su costo y tiempo
Respuesta 14	Por la afectación a otras actividades
Respuesta 15	Por el costo que puede llegar a tener con respecto a otras actividades de menor importancia
Respuesta 16	Si produce un impacto muy relevante en el costo y tiempo del proyecto
Respuesta 17	Por el costo y duración de la actividad en la obra
Respuesta 18	Determinando que costo, duración e impacto tendrá en otras actividades criticas
Respuesta 19	De acuerdo con el impacto en el presupuesto y programa de obra
Respuesta 20	Por cómo puede llegar a afectar la ejecución de otras actividades

**Tabla E.25** Pregunta 26

<b>Pregunta:</b>	<b>¿Qué diligencias se llevan a cabo para la aprobación de un cambio?(por ejemplo, reuniones de conciliación con el cliente)</b>
Respuesta 1	Firma del cambio a realizar en documento soportando lo que implicaba hacerlo
Respuesta 2	
Respuesta 3	Reuniones de conciliación
Respuesta 4	Juntas de revisión

Respuesta 5	Reunión con cliente para aprobación
Respuesta 6	Junta con los implicados y recabacion de firmas
Respuesta 7	Revisión con el cliente
Respuesta 8	Conciliación y recaudación de firma de aprobación
Respuesta 9	Soporte de firmas de aceptación
Respuesta 10	Se realizan reuniones de aprobación
Respuesta 11	Juntas con el cliente para obtener su firma de autorización
Respuesta 12	Firmas de todos los implicados
Respuesta 13	Juntas de conciliación
Respuesta 14	Reuniones
Respuesta 15	Juntas de aprobación
Respuesta 16	Reuniones
Respuesta 17	Recopilación de firmas de aprobación
Respuesta 18	Soportar el cambio
Respuesta 19	Reuniones para aprobación de alcance y precio
Respuesta 20	Juntas de alineación y conciliación

**Tabla E.26** Pregunta 27

<b>Pregunta:</b>	<b>¿Cuál de las siguientes acciones se presenta con mayor frecuencia como origen de las solicitudes de cambios en un proyecto?</b>
Respuesta 1	Acciones correctivas
Respuesta 2	Acciones preventivas
Respuesta 3	Acciones correctivas
Respuesta 4	Acciones correctivas
Respuesta 5	Acciones correctivas
Respuesta 6	Reparación de defectos
Respuesta 7	Acciones preventivas
Respuesta 8	Acciones correctivas
Respuesta 9	Acciones correctivas
Respuesta 10	Acciones preventivas
Respuesta 11	Acciones correctivas
Respuesta 12	Acciones correctivas
Respuesta 13	Acciones correctivas
Respuesta 14	Acciones correctivas
Respuesta 15	Acciones correctivas
Respuesta 16	Acciones correctivas
Respuesta 17	Acciones preventivas
Respuesta 18	Acciones correctivas

Respuesta 19	Reparación de defectos
Respuesta 20	Acciones correctivas

**Tabla E.27** Pregunta 28

<b>Pregunta:</b>	<b>¿Cuál medio se utiliza con mayor frecuencia para notificar la aprobación de un cambio al equipo a cargo del proyecto?</b>
Respuesta 1	Formato firmado
Respuesta 2	Correo electrónico
Respuesta 3	Correo electrónico
Respuesta 4	Formato firmado
Respuesta 5	Correo electrónico
Respuesta 6	Correo electrónico
Respuesta 7	Formato firmado
Respuesta 8	Correo electrónico
Respuesta 9	Correo electrónico
Respuesta 10	Formato firmado
Respuesta 11	Formato firmado
Respuesta 12	Correo electrónico
Respuesta 13	Correo electrónico
Respuesta 14	Correo electrónico
Respuesta 15	Correo electrónico
Respuesta 16	Correo electrónico
Respuesta 17	Formato firmado
Respuesta 18	Correo electrónico
Respuesta 19	Correo electrónico
Respuesta 20	Correo electrónico

**Tabla E.28** Pregunta 29

<b>Pregunta:</b>	<b>¿Qué información se recolecta durante la ejecución de un cambio?</b>
Respuesta 1	Localización en el proyecto, volumen, insumos que requiere, tiempo de ejecución
Respuesta 2	Numero de consecutivo, fecha, partida WBS, Estatus, razón o justificación, concepto, descripción, consecuencias, costo, tiempo, planos afectados, aprobaciones
Respuesta 3	Ubicación en proyecto, costo, duración, partida
Respuesta 4	ID del cambio, fecha, concepto, costo, periodo de ejecución
Respuesta 5	Costo, duración, planos, concepto de trabajo, razón
Respuesta 6	Descripción del trabajo, duración real de los trabajos, rendimientos, cantidad de trabajo proyectada contra ejecutada, planos
Respuesta 7	Duración, partida, insumos, descripción breve

Respuesta 8	Concepto, volumen real, duración, costos y rendimientos
Respuesta 9	Descripción del cambio, planos, justificación, rendimientos de mano de obra y materiales
Respuesta 10	Volumen de trabajo, planos, tiempos
Respuesta 11	Número, fecha, partida, razón justificación, concepto, costo, tiempo, planos
Respuesta 12	Costo del trabajo, su descripción, tiempo de ejecución
Respuesta 13	Duración de la actividad, planos relacionados, costos de todos los insumos así como una descripción de las actividades implicadas
Respuesta 14	Costo, tiempos de la actividad, planos, concepto de trabajo
Respuesta 15	Descripción de la actividad, planos, rendimientos, costo
Respuesta 16	Tiempos de ejecución, ubicación del trabajo, descripción
Respuesta 17	Planos de los trabajos, ubicación en el proyecto
Respuesta 18	Partida que afecta, rendimientos
Respuesta 19	Rendimientos de mano de obra así como firmas de aprobación
Respuesta 20	Documento que avale la ejecución del cambio

**Tabla E.29** Pregunta 30

<b>Pregunta:</b>	<b>¿En qué documento se reporta dicha información?</b>
Respuesta 1	Orden de cambio
Respuesta 2	Reporte semanal, mensual y final; archivo de control de cambios
Respuesta 3	En la hoja de control
Respuesta 4	Nota de bitácora
Respuesta 5	Registro de cambios
Respuesta 6	En bitácora
Respuesta 7	Orden de cambio
Respuesta 8	En la tabla de cambios
Respuesta 9	En la orden de cambio y en la bitácora
Respuesta 10	En el Excel
Respuesta 11	Tanto en el formato como en la nota de bitácora
Respuesta 12	Bitácora
Respuesta 13	Hoja de Excel de control
Respuesta 14	Control de cambios en Excel
Respuesta 15	Hoja de cálculo en Excel
Respuesta 16	Excel y nota de bitácora
Respuesta 17	Hoja de control
Respuesta 18	Bitácora
Respuesta 19	Hoja de cálculo en Excel
Respuesta 20	Orden de cambio

**Tabla E.30** Pregunta 31

<b>Pregunta:</b>	¿Cómo se evalúan los cambios en un proyecto para determinar su principal causa?
Respuesta 1	Incidencia ,solicitud del cliente, corrección
Respuesta 2	Solicitud del cliente, errores u omisiones, condiciones inesperadas, oportunidades de ahorro
Respuesta 3	No se evalúa
Respuesta 4	Determinando su emisor y su razón de realización
Respuesta 5	No se determina la causa
Respuesta 6	No se realiza
Respuesta 7	Con la justificación
Respuesta 8	Cuando se evalúa el cambio se identifica su principal causa
Respuesta 9	Identificando a los principales involucrados y el origen de la solicitud
Respuesta 10	De la justificación se extrae si el cambio es propiciado por un error del que construye o del que diseña
Respuesta 11	Si es originado por el cliente o el constructor
Respuesta 12	En la justificación se señala cual es el origen del cambio
Respuesta 13	No se evalúa
Respuesta 14	No hay una evaluación como tal
Respuesta 15	No se evalúa
Respuesta 16	No hay una evaluación para determinar esto
Respuesta 17	No se realiza
Respuesta 18	Generalmente no se procede a evaluar
Respuesta 19	Con la nota de bitácora se puede determinar aunque como tal no se busca realizar
Respuesta 20	Usualmente no se determina la causa

**Tabla E.31** Pregunta 32

<b>Pregunta:</b>	¿Cómo se conserva la experiencia de los cambios realizados en proyectos pasados?
Respuesta 1	Debería realizarse un archivo de lecciones aprendidas y compartirlas de origen al staff del nuevo proyecto y diseñadores
Respuesta 2	En el documento de lecciones aprendidas
Respuesta 3	Se archiva
Respuesta 4	Se mantiene en la documentación histórica de la obra
Respuesta 5	Archivo de lecciones aprendidas
Respuesta 6	Se documenta
Respuesta 7	Documento de lecciones aprendidas
Respuesta 8	Se archivan todos los documentos de los proyectos
Respuesta 9	Se debe crear un documento de lecciones aprendidas por cada obra
Respuesta 10	En archivos físicos y digitales
Respuesta 11	Carpetas de registro de los proyectos ejecutados

Respuesta 12	Se realiza un archivo con la información relevante de la obra
Respuesta 13	Mediante un archivo físico
Respuesta 14	Creando un archivo de resguardo digital y físico
Respuesta 15	Se crea un documento de lecciones aprendidas
Respuesta 16	Archivando en físico
Respuesta 17	En teoría se debería crear un archivo de lecciones aprendidas para futuras obras
Respuesta 18	Se archivan todos las estimaciones y documentos financieros
Respuesta 19	Con un documento que se llama Lecciones Aprendidas
Respuesta 20	Mediante un archivo (físico y digital)

## Apéndice F Información recopilada del seguimiento en obra

### Apéndice F.1 Relación de órdenes de cambio Obra 1

DATOS GENERALES						COSTO			
PARTIDA	FOLIO	DESCRIPCIÓN BREVE DE LOS TRABAJOS	ESTATUS	ORIGINADO POR:	RAZÓN:	ADITIVA (+)	DEDUCTIVA (-)	PAGADO POR CLIENTE	PAGADO POR CONSTRUCTOR
ALBAÑILERÍA	OC01-001	CIMBRAR CUBO DE MONTACARGAS PARA COLADO DE IBARRA 9.70 ML X .20 MT	OC Autorizada	2.CONULTOR/SUPERVISIÓN	SC Solicitud del cliente	\$29,400.00		\$29,400.00	
CANCELERÍA	OC01-002	COLOCACIÓN DE BARANDAL-PASAMANOS PARA ESCALERAS Y POSTES PARA LATERALES DE ENTREPISOS, A BASE DE VARILLA CORRUGADA DE 1" CON OJILLO DE REDONDO DE 3/8" EN UN EXTREMO Y SOLDADO A PATÍN DE VIGA I, PARA SUJECCIÓN DE CUERDAS EN DIFERENTES NIVELES.	OC Autorizada	2.CONULTOR/SUPERVISIÓN	SC Solicitud del cliente	\$44,459.80		\$44,459.80	
ALBAÑILERÍA	OC01-003	COLOCACIÓN DE BARRERA DE VAPOR EN ÁREA DE COLADO DE IBARRA EJE 2 CON F-G	OC Autorizada	2.CONULTOR/SUPERVISIÓN	E/O Errores u Omisiones	\$125,525.86		\$125,525.86	
ALBAÑILERÍA	OC01-004	COLOCACIÓN DE JUNTA CON FOMULAR DE 8 CM DE ESPESOR EJE H CON 15 -17 EJE J CON 18 -22. INCLUYE CORTE DE TIRA DE 8 CMS Y ASEGURADO CON CLAVO DE CONCRETO DE 1" EN ESPESOR DE LOSA.	OC Autorizada	2.CONULTOR/SUPERVISIÓN	SC Solicitud del cliente	\$369,250.00		\$369,250.00	
HERRERÍA	OC01-005	COLOCACIÓN DE PORTÓN DE MALLA CICLÓNICA DE ACCESO A OBRA SOBRE LA CALLE 23. INCLUYE SUMINISTRO DE 3 ABRAZADERAS,	OC Autorizada	2.CONULTOR/SUPERVISIÓN	SC Solicitud del cliente	\$37,525.50		\$37,525.50	

		MANO DE OBRA, HERRAMIENTA Y EQUIPO.							
ALBAÑILERÍA	OC01-006	DEMOLICIÓN DE CADENA, MURO DE BLOCK Y CASTILLOS EN ÁREA DE ELEVADOR PARA ANCLAJE DE CADENAS DE VIGAS IPR SON 2.5 ML	OC Autorizada	2. CONSULTOR/SUPERVISIÓN	SC Solicitud del cliente	\$350.00		\$350.00	
ALBAÑILERÍA	OC01-007	DEMOLICIÓN DE CONCRETO EN ÁREA DE TERRAZAS PARA CALCE DE LAMINA DE SICONSTRU (4.13 X .60) (1.70 X.60) CON MEDIOS MANUALES	OC Autorizada	2. CONSULTOR/SUPERVISIÓN	SC Solicitud del cliente	\$4,958.00		\$4,958.00	
ALBAÑILERÍA	OC01-008	DEMOLICIÓN DE CONCRETO SOBRE LOSACERO PARA COLAR DE NUEVO EN TERRAZA EN A-B Y 6-8 (4.83 X 3.23)	OC Autorizada	2. CONSULTOR/SUPERVISIÓN	SC Solicitud del cliente	\$3,579.89		\$3,579.89	
ALBAÑILERÍA	OC01-009	DEMOLICIÓN DE FIRME DE CONCRETO DE HASTA 8CMS DE ESPESOR EN CASONA	OC Autorizada	2. CONSULTOR/SUPERVISIÓN	SC Solicitud del cliente	\$7,560.00		\$7,560.00	
ALBAÑILERÍA	OC01-010	DEMOLICIÓN DE MUROS PARA LIBERAR VIGA IPR FORMAR VENTANA DE 60 X 60 CM CON MEDIOS MANUALES EN ÁREA DE SÓTANO ENTRE EJES 17 Y 18 CON G Y J PARA DAR PENDIENTES A TERRAZAS DE NIVEL +0.00, CON CARGO A SICONSTRU.	OC Autorizada	2. CONSULTOR/SUPERVISIÓN	SC Solicitud del cliente	\$2,848.59		\$2,848.59	
ALBAÑILERÍA	OC01-011	DEMOLICIÓN DEL CALCRETO EXISTENTE EN ÁREA DE CASONA POR MEDIOS MANUALES, A PICO Y BARRETA, PREVIO A LA DEMOLICIÓN DE	OC Autorizada	2. CONSULTOR/SUPERVISIÓN	SC Solicitud del cliente	\$13,104.00		\$13,104.00	

		LOSA DE CONCRETO.							
ALBAÑILERÍA	OC01-012	DEMOLICIÓN DE CERRAMIENTO EN FORMA MANUAL REFORZADA CON 6 VARILLA DE 1/2" Y ESTRIBOS DE 1/4" Y SECCIÓN DE CONCRETO 25 X 15 PARA CALZAR VIGA IPR 7.30 ML INCLUYE, CORTE Y DEMOLICIÓN.	OC Autorizada	2.CONSLTOR/SUPERVISIÓN	SC Solicitud del cliente	\$3,789.55		\$3,789.55	
ALBAÑILERÍA	OC01-013	DEMOLICIÓN DE MURO DE BLOCK (4.04+4.43+4.26+4.62+2.2) 3 MTS DE ALTO	OC Autorizada	2.CONSLTOR/SUPERVISIÓN	SC Solicitud del cliente	\$17,500.89		\$17,500.89	
ALBAÑILERÍA	OC01-014	DESMANTELAR APUNTALAMIENTO DE MADERA PARA LOSACERO DE NIVEL +0.00, PARA CALCE DE VIGA IPR Y APUNTALAR DE NUEVO EL ÁREA, CON CARGO A SICONSTRU. EJES 17 Y 18 CON G Y J.	OC Autorizada	2.CONSLTOR/SUPERVISIÓN	SC Solicitud del cliente	\$25,575.50		\$25,575.50	
ALBAÑILERÍA	OC01-015	DESMANTELAR CIMBRA DE ESCALERA JUNTO A ELEVADOR POR CAMBIO DE PROYECTO	OC Autorizada	2.CONSLTOR/SUPERVISIÓN	SC Solicitud del cliente	\$7,554.56		\$7,554.56	
ALBAÑILERÍA	OC01-016	DESMANTELAR MUROS DE TABLAROCA EN PISO 1	OC Autorizada	2.CONSLTOR/SUPERVISIÓN	SC Solicitud del cliente	\$12,650.89		\$12,650.89	
ALBAÑILERÍA	OC01-017	HABILITADO DE CIMBRA PARA ESCALERA JUNTO A ELEVADOR NUEVO PROYECTO	OC Autorizada	2.CONSLTOR/SUPERVISIÓN	SC Solicitud del cliente	\$27,596.69		\$27,596.69	
TRABAJOS PRELIMINARES	OC01-018	LIMPIEZA DE COLUMNAS EN NIVEL 4 CON CARDA Y ESMERIL	OC Autorizada	2.CONSLTOR/SUPERVISIÓN	E/O Errores u Omisiones	\$17,546.69		\$17,546.69	
ESTRUCTURA	OC01-019	PERFORACIONES DE MUROS CON BROCA DE 1/2 PARA SONDEO DE MUROS DE CONCRETO EXISTENTES,	OC Autorizada	2.CONSLTOR/SUPERVISIÓN	SC Solicitud del cliente	\$7,500.56		\$7,500.56	

		SOLICITADOS POR SUPERVISIÓN.							
ESTRUCTURA METÁLICA	OC01-020	PICAR LOSACERO PARA SOLDAR VARILLAS DE CASTILLOS AHOGADOS DE SECCIÓN DE 15X15 X 8 CMS ESPESOR PROMEDIO.	OC Autorizada	2.CONULTOR/SUPERVISIÓN	SC Solicitud del cliente	\$22,740.56		\$22,740.56	
TRABAJOS PRELIMINARES	OC01-021	RETIRAR MARCOS DE PUERTAS Y VENTANAS CON RECUPERACIÓN APROX LLEVA UN DIA POR MARCO, EN ÁREA DE CASONA. CONSISTE EN DEMOLER ACABADO EN MAMPOSTERÍA EN TODO EL PERÍMETRO POR INTERIOR Y EXTERIOR.	OC Autorizada	1.DUEÑO/PROPIETARIO	SC Solicitud del cliente	\$10,050.49		\$10,050.49	
TRABAJOS PRELIMINARES	OC01-022	RETIRO PUERTAS DE LA CASONA	OC Autorizada	1.DUEÑO/PROPIETARIO	SC Solicitud del cliente	\$4,520.56		\$4,520.56	
TRABAJOS COMPLEMENTARIOS	OC01-023	PERSONAL DE APOYO A EDIFICACIONES IBARRA PARA COLADOS DE CAPA DE COMPRESIÓN, 3 JOR 1/2 DIA.	OC Autorizada	2.CONULTOR/SUPERVISIÓN	SC Solicitud del cliente	\$37,500.56		\$37,500.56	
TRABAJOS COMPLEMENTARIOS	OC01-024	PICAR MURO DE CONTENCIÓN EN SÓTANO PARA APLICAR MUESTRA DE 1 MT X 1 MT DE IMPERMEABILIZANTE.	OC Autorizada	1.DUEÑO/PROPIETARIO	SC Solicitud del cliente	\$27,456.37		\$27,456.37	
TRABAJOS PRELIMINARES	OC01-025	TRASLADO DE REJA DE MALLA CICLÓNICA DE TEMOZÓN A WAYAM.	OC Autorizada	2.CONULTOR/SUPERVISIÓN	SC Solicitud del cliente	\$2,578.19		\$2,578.19	
						\$ 863,123.70		\$ 863,123.70	

DOCUMENTOS ANEXOS				
FOLIO	1.NOTA DE BITÁCORA	2.PLANOS	3.TARJETA DE PRECIO UNITARIO	4.REPORTE FOTOGRÁFICO
OC01-001	SI	NO	SI	SI
OC01-002	SI	SI	SI	SI
OC01-003	SI	SI	SI	SI
OC01-004	SI	SI	SI	SI
OC01-005	SI	NO	SI	SI
OC01-006	SI	NO	SI	SI
OC01-007	SI	NO	SI	SI
OC01-008	SI	NO	SI	SI
OC01-009	SI	NO	SI	SI
OC01-010	SI	SI	SI	SI
OC01-011	SI	SI	SI	SI
OC01-012	SI	SI	SI	SI
OC01-013	SI	SI	SI	SI
OC01-014	SI	NO	SI	SI
OC01-015	SI	NO	SI	SI
OC01-016	SI	NO	SI	SI
OC01-017	SI	NO	SI	SI
OC01-018	SI	SI	SI	NO
OC01-019	SI	SI	SI	SI
OC01-020	SI	SI	SI	SI
OC01-021	SI	SI	SI	SI
OC01-022	SI	SI	SI	SI
OC01-023	SI	NO	SI	NO
OC01-024	SI	NO	SI	SI
OC01-025	SI	NO	SI	NO

### Apéndice F.2 Relación de órdenes de cambio Obra 2

PARTIDA	FOLIO	DESCRIPCIÓN BREVE DE LOS TRABAJOS	ESTADO	ORIGINADO POR:	RAZÓN:	ADITIVA (+)	PAGADO POR CLIENTE	PAGADO POR CONSTRUCTOR
HERRERÍA	OC-001-02	COLOCACIÓN DE PUERTA DE ALUMINIO PARA NICHOS DE MEDICIÓN. INC. PANTALLA DE ACRÍLICO, MARCO Y CONTRAMARCO	OC Autorizada	2. CONSULTOR/SUPERVISIÓN	SC Solicitud del cliente	\$2,450.00	\$2,450.00	
HERRERÍA	OC-002-02	MOVIMIENTO DE MALLA CICLÓNICA PARA NICHOS DE MEDICIÓN. INC. SUMINISTRO DE 2 POSTES GALV. DE 2" X 2 MTS.	OC Autorizada	2. CONSULTOR/SUPERVISIÓN	SC Solicitud del cliente	\$1,050.00	\$1,050.00	
HERRERÍA	OC-003-02	COLOCACIÓN DE PUERTA DE LAMINA DONCA PARA ACOMETIDA ELÉCTRICA DE 2.00 X 1.80 MTS.	OC Autorizada	3. CONSTRUCTORA	E/O Errores u Omisiones	\$29,750.00		\$29,750.00

ALBAÑILERÍA	OC-004-02	NICHO PARA ALOJAR TABLEROS E INTERRUPTORES PRINCIPALES DE 2.00 X 2.00 MTS. INC. CADENA DE DESPLANTE REF. CON ARMEX, CASILLOS AHOGADOS Y BLOQUEADURA	OC Autorizada	2.CONSULTOR/SUPERVISIÓN	SC Solicitud del cliente	\$3,593.92	\$3,593.92	
ALBAÑILERÍA	OC-005-02	COLADO DE TAPA DE REGISTRO ELÉCTRICO DE 1.16 X 1.16 X 0.10 MTS. INC. PREPARACIÓN DE CONCRETO, CIMBRADO.	OC Autorizada	2.CONSULTOR/SUPERVISIÓN	SC Solicitud del cliente	\$1,400.00	\$1,400.00	
TRABAJOS PRELIMINARES	OC-006-02	TRAZO PARA PERFORACIÓN DE POZOS PLUVIALES. INC. COLOCACIÓN DE VARILLAS Y TRAZO DE MURO DE CONTENCIÓN	OC Autorizada	2.CONSULTOR/SUPERVISIÓN	SC Solicitud del cliente	\$700.00	\$700.00	
TRABAJOS PRELIMINARES	OC-007-02	LIMPIEZA DE ZANJA PARA ZAPATA POR ACUMULACIÓN DE LODOS POR PERFORACIÓN DE POZOS PLUVIALES.	OC Autorizada	2.CONSULTOR/SUPERVISIÓN	SC Solicitud del cliente	\$650.00	\$650.00	
ALBAÑILERÍA	OC-008-02	NICHO PARA TABLEROS DE CONTROL, DE 0.40 X 1.00 X 1.40 MTS, A BASE DE MUCHO DE BLOCK, INCLUYE: MATERIALES, MANO DE OBRA, HERRAMIENTA Y TODO LO NECESARIO PARA SU CORRECTA EJECUCIÓN.	OC Autorizada	2.CONSULTOR/SUPERVISIÓN	SC Solicitud del cliente	\$2,585.95	\$2,585.95	
ALBAÑILERÍA	OC-009-02	FIRME DE CONCRETO F'C=250 KG/CM <sup>2</sup> DE 10 CMS. DE ESPESOR, PARA TAPAS DE REGISTRO ELÉCTRICO 1.16 X 1.16 X 0.90, REFORZADO CON VARILLA	OC Autorizada	2.CONSULTOR/SUPERVISIÓN	SC Solicitud del cliente	\$1,350.00	\$1,350.00	

		DEL NO. 3 A CADA 20 CM EN AMBOS LADOS, INCLUYE: MATERIALES, MANO DE OBRA, EQUIPO Y HERRAMIENTA.						
ALBAÑILERÍA	OC-010-02	NICHO PARA SUICHO DE TRANSFORMADOR, DE 0.40 X 2.40 X 1.60 MTS, A BASE DE MUCHO DE BLOCK, INCLUYE: MATERIALES, MANO DE OBRA, HERRAMIENTA Y TODO LO NECESARIO PARA SU CORRECTA EJECUCIÓN.	OC Autorizada	2. CONSULTOR/SUPERVISIÓN	SC Solicitud del cliente	\$1,589.00	\$1,589.00	
ACOMETIDA ELÉCTRICA	OC-011-02	SUMINISTRO Y HECHURA DE CODO APARTARRAYOS TIPO INSERTO 200 AMP CAL. 1/0 15 KV MCA ELASTIMOLD	OC Autorizada	2. CONSULTOR/SUPERVISIÓN	SC Solicitud del cliente	\$27,928.32	\$27,928.32	
ACOMETIDA ELÉCTRICA	OC-012-02	SUMINISTRO Y COLOCACIÓN DE BOQUILLA TIPO INSERTO BUSHING DOBLE 200 AMP 15 KV CAT. 1602A3R MCA ELASTIMOLD	OC Autorizada	2. CONSULTOR/SUPERVISIÓN	SC Solicitud del cliente	\$17,436.30	\$17,436.30	
ACOMETIDA ELÉCTRICA	OC-013-02	SUMINISTRO Y COLOCACIÓN DE SOPORTE TUBERÍA 4" A BAS DE UNICANAL, Y TAQUETES TIPO Z	OC Autorizada	2. CONSULTOR/SUPERVISIÓN	SC Solicitud del cliente	\$8,855.28	\$8,855.28	
ACOMETIDA ELÉCTRICA	OC-014-02	SUMINISTRO Y COLOCACIÓN DE REGISTRO HIMEL DE 1.00X0.80 MTS	OC Autorizada	2. CONSULTOR/SUPERVISIÓN	SC Solicitud del cliente	\$25,077.44	\$25,077.44	
ACOMETIDA ELÉCTRICA	OC-015-02	SUMINISTRO Y HECHURA DE SISTEMA DE TIERRA FÍSICA PARA MEDIA TENSIÓN; FORMADOR POR UNA PERFORACIÓN HASTA MANTO FREÁTICO,	OC Autorizada	2. CONSULTOR/SUPERVISIÓN	SC Solicitud del cliente	\$15,306.84	\$15,306.84	

		CABLE DE COBRE DESNUDO CAL No. 1/0, INTENSIFICADO R.G.E.M., TIERRA VEGETAL, CARBÓN, VEGETAL, SOLDADURA AUTO FUNDENTE CADWELD.						
ACOMETIDA ELÉCTRICA	OC-016-02	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE CORREDERA (1 PZA.), MÉNSULAS (3 PZA.) PERNO (3 PZA.) Y TACÓN DE NEOPRENO (3 PZA.) RESISTENTE A LA CORROSIÓN, SEGÚN NORMA CFE-CCMFV Y ESPECIFICACIÓN CFE NRF-023 INCLUYE: MANO DE OBRA, HERRAMIENTA MENOR Y MAYOR, CONSUMIBLES, DESPERDICIOS DE MATERIAL, ACARREO, LIMPIEZA DEL LUGAR Y TODO LO NECESARIO PARA SU CORRECTA INSTALACIÓN.	OC Autorizada	2. CONSULTOR/SUPERVISIÓN	SC Solicitud del cliente	\$2,671.00	\$2,671.00	
ACOMETIDA ELÉCTRICA	OC-017-02	SUMINISTRO Y COLOCACIÓN DE ADAPTADOR DE TIERRA CAT. 21MA-F MCA ELASTIMOLD INCLUYE; CARGO DIRECTO POR EL COSTO DE LOS MATERIALES QUE INTERVENGAN, FLETE A OBRA, LIMPIEZA Y RETIRO DE SOBANTES FUERA DE OBRA, EQUIPO DE SEGURIDAD, INSTALACIONES ESPECÍFICAS, DEPRECIACIÓN	OC Autorizada	2. CONSULTOR/SUPERVISIÓN	SC Solicitud del cliente	\$1,918.00	\$1,918.00	

		Y DEMÁS DERIVADOS DEL USO DE HERRAMIENTA Y EQUIPO, EN CUALQUIER NIVEL.						
ACOMETIDA ELÉCTRICA	OC-018-02	SUMINISTRO Y COLOCACIÓN DE CABLE PARA ALIMENTACIÓN EN MEDIA TENSIÓN A TRANSFORMADOR DE PEDESTAL. INCLUYE: 3 CABLES XLP 15 KV CAL No. 1/0 ALUMINIO, Y CABLE DE COBRE DESNUDO CAL No. 2	OC Autorizada	3.CONSTRUCTORA	E/O Errores u Omisiones	\$203,092.12		\$203,092.12
ACOMETIDA ELÉCTRICA	OC-019-02	SUMINISTRO Y HECHURA DE TERMINAL CONTRÁCTIL EN FRIO TIPO EXTERIOR CAL No. 1/0, QT-III, 15 KV. MCA 3M.	OC Autorizada	2.CONSULTOR/SUPERVISIÓN	SC Solicitud del cliente	\$22,722.97	\$22,722.97	
ACOMETIDA ELÉCTRICA	OC-020-02	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE ESTRUCTURA PARA TRANSICIÓN SUBTERRÁNEA SEGÚN NORMA CFE-TS200CCF EN 15 KV, CON PROTOCOLO DE PRUEBAS QUE INCLUYE LOS SIG. MATERIALES: CRUCETA PT-200), CONECTOR TIPO ESTRIBO (3 PZAS), CONECTOR TIPO PERICO (3 PZAS), APARTARRAYOS RISEPOLE TS 12 KV (3 PZAS), CUCHILLAS CORTA CIRCUITOS DE 100 A. EN 27 KV (3 PZAS), LISTÓN FUSIBLE DE 60 A (3 PZAS), ALAMBRE DE COBRE DESNUDO CALIBRE 4 AWG	OC Autorizada	2.CONSULTOR/SUPERVISIÓN	SC Solicitud del cliente	\$21,493.42	\$21,493.42	

	(4 KG), FLEJE DE ACERO INOXIDABLE DE 1/2 DE ESPESOR (3 ML). INCLUYE: MANO DE OBRA, HERRAMIENTA MENOR Y MAYOR, CONSUMIBLES, DESPERDICIOS DE MATERIAL, ACARREO, LIMPIEZA DEL LUGAR Y TODO LO NECESARIO PARA SU CORRECTA INSTALACIÓN.						
--	--	--	--	--	--	--	--

DOCUMENTOS ANEXOS				
FOLIO	1.NOTA DE BITÁCORA	2.PLANOS	3.TARJETA DE PRECIO UNITARIO	4.REPORTE FOTOGRÁFICO
OC-001-02	SI	SI	SI	SI
OC-002-02	SI	SI	SI	NO
OC-003-02	SI	SI	SI	SI
OC-004-02	SI	NO	SI	SI
OC-005-02	SI	NO	SI	SI
OC-006-02	SI	SI	SI	NO
OC-007-02	SI	SI	SI	NO
OC-008-02	SI	NO	SI	SI
OC-009-02	SI	SI	SI	SI
OC-010-02	SI	NO	SI	SI
OC-011-02	SI	NO	SI	NO
OC-012-02	SI	NO	SI	NO
OC-013-02	SI	NO	SI	SI
OC-014-02	SI	NO	SI	SI
OC-015-02	SI	NO	SI	SI
OC-016-02	SI	NO	SI	NO
OC-017-02	SI	NO	SI	NO
OC-018-02	SI	NO	SI	NO
OC-019-02	SI	NO	SI	NO
OC-020-02	SI	NO	SI	NO

### Apéndice F.3 Relación de órdenes de cambio Obra 3

PARTIDA	FOLIO	DESCRIPCIÓN BREVE DE LOS TRABAJOS	ESTADO	ORIGINADO POR:	RAZÓN:	ADITIVA (+)	PAGADO POR CLIENTE	PAGADO POR CONSTR UCTOR
HERRERÍA	OC-001-03	SE SOLICITA EL SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE VIGAS IPR DE 14" X 6 3/4", 44.70 KG/ML 12 PZAS FIJADAS CON PLACAS DE 18X37 CMS X10MM EN AMBOS LADOS, FIJADAS CON 4 VARILLAS 5/8" CON EPÓXIDO A LA COLUMNA PREFABRICADA	OC Autorizada	4.DISEÑADOR	SC Solicitud del cliente	\$17,400.00	<b>\$17,400.00</b>	
ALBAÑILERÍA	OC-002-03	SE SOLICITA DEMOLICIÓN DE CAPA DE COMPRESIÓN, DICHS TRABAJOS CONSISTENTE EN: DEMOLICIÓN 2X30X25CMS A PARTIR DEL MURO DE BLOCK, CORTE DE VARILLA	OC Autorizada	2.CONSLTOR/SUPERVISIÓN	SC Solicitud del cliente	\$3,200.00	<b>\$3,200.00</b>	
HERRERÍA	OC-003-03	SE SOLICITA EL HABILITADO Y COLOCACIÓN DE 4 GANCHOS DE 10CMS EN CUB DOBLE PARA QUE EL PROVEEDOR KONNE PUEDA IZAR EL ELEVADOR Y AJUSTAR, DE IGUAL MANERA SE APLICARA EN EL CUBO SENCILLO	OC Autorizada	2.CONSLTOR/SUPERVISIÓN	SC Solicitud del cliente	\$1,280.45	<b>\$1,280.45</b>	
IMPERMEABILIZACIÓN	OC-004-03	SE SOLICITA POR PARTE DE EMPRESA PROPIETARIA LA IMPERMEABILIZACIÓN DE FOSOS DE LAS SIGUIENTES DIMENSIONES: CUBO SENCILLO: 2.20X1.79X1.10	OC Autorizada	2.CONSLTOR/SUPERVISIÓN	SC Solicitud del cliente	\$5,400.00	<b>\$5,400.00</b>	

		CUBO DOBLES: 2.26X1.60X1.25 CUBO DOBLE LOBBY: 1.94X1.79X1.35						
ALBAÑILERÍA	OC-005-03	SE SOLICITA POR PARTE DE LA PROPIETARIA REALIZAR LA DEMOLICIÓN DE TRABE DE MEDIDAS DE 15CM ANCHO, 0.60 ALTURA Y 2.18M DE ALTURA CON CONCRETO DE F'C=400 KG/CM2	OC Autorizada	1.DUEÑO/PROPIETARIO	SC Solicitud del cliente	\$1,850.00	<b>\$1,850.00</b>	
HERRERÍA	OC-006-03	SE SOLICITA HABILITADO DE TUBO DE 2" METÁLICO DE 1.20M LARGO, SE EMPALMA CON SOLDADURA E-60 15/8. 80 PIEZAS ADICIONALES SE SOLDAN CONECTORES TIPO U A TUBO DE 2" AMBOS LADOS CON VARILLA #8	OC Autorizada	3.CONSTRUCTORA	E/O Errores u Omisiones	\$4,250.45	<b>\$4,250.45</b>	
HERRERÍA	OC-007-03	SUMINISTRO, INSTALACIÓN Y SOLDADURA A LAS VARILLAS DE LOS MUROS DEL CUBO DEL ELEVADOR 2 VIGAS IPR DE 6"X4"X24 KG/ML	OC Autorizada	2.CONSUULTOR/SUPERVISIÓN	SC Solicitud del cliente	\$1,362.00	<b>\$1,362.00</b>	
ALBAÑILERÍA	OC-008-03	SE SOLICITA DEMOLER LA CAPA DE COMPRESIÓN SOBRE LA TRABE PREFABRICADA DE 10.07X0.55 CON UN ESPESOR DE 12CM	OC Autorizada	3.CONSTRUCTORA	E/O Errores u Omisiones	\$1,793.75	<b>\$1,793.75</b>	
HERRERÍA	OC-009-03	SUMINISTRO E INSTALACIÓN CON SOLDADURA DE 5 VIGAS IPR 6"X4" ESCALERA SUR	OC Autorizada	1.DUEÑO/PROPIETARIO	SC Solicitud del cliente	\$6,750.00	<b>\$6,750.00</b>	

DOCUMENTOS ANEXOS				
FOLIO	1.NOTA DE BITÁCORA	2.PLANOS	3.TARJETA DE PRECIO UNITARIO	4.REPORTE FOTOGRÁFICO
OC-001-03	NO	SI	SI	SI
OC-002-03	SI	SI	SI	SI
OC-003-03	NO	SI	SI	SI
OC-004-03	NO	SI	SI	SI
OC-005-03	SI	SI	SI	SI
OC-006-03	NO	SI	SI	SI
OC-007-03	SI	SI	SI	SI
OC-008-03	SI	SI	SI	SI
OC-009-03	NO	SI	SI	SI

#### Apéndice F.4 Relación de órdenes de cambio Obra 4

PARTIDA	FOLIO	DESCRIPCIÓN BREVE DE LOS TRABAJOS	ESTADO	ORIGINADO POR:	RAZÓN:	ADITIVA (+)	PAGADO POR CLIENTE	PAGADO POR CONSTRUCTOR
HERRERÍA	OC-001-04	SOLDADURA PARA ANCLAJE EN COLUMNA METÁLICA DE REFUERZO DE ACERO PARA CERRAMIENTOS EN ÁREA DE CAJA.	OC Autorizada	4.DISEÑADOR	SC Solicitud del cliente	\$19,208.00	<b>\$19,208.00</b>	
CIMENTACIÓN	OC-002-04	EXCAVACIÓN POR MEDIOS MANUALES EN CUARTO FRIO	OC Autorizada	3.CONSTRUCTORA	E/O Errores u Omisiones	\$2,553.80		<b>\$2,553.80</b>
CIMENTACIÓN	OC-003-04	PICADO DE CIMENTACIÓN EN CUARTO FRIO PARA COLAR PLANTILLA	OC Autorizada	2.CONSULTOR/SUPERVISIÓN	SC Solicitud del cliente	\$5,500.00		<b>\$5,500.00</b>
ACABADOS	OC-004-04	DELIMITACIÓN CON CIMBRA PARA TAPETE DE PASTA	OC Autorizada	4.DISEÑADOR	SC Solicitud del cliente	\$3,500.45	<b>\$3,500.45</b>	
ALBAÑILERÍA	OC-005-04	DEMOLICIÓN DE CADENA DE 0.20 CM PARA COLADO POSTERIOR DE FIRME	OC Autorizada	1.DUEÑO/PROPIETARIO	SC Solicitud del cliente	\$1,339.90	<b>\$1,339.90</b>	
CIMENTACIÓN	OC-006-04	DEMOLICIÓN DE DADOS DE 0.30X0.30X0.30 DE SECCIÓN PARA COLOCAR PLACAS PARA SOLDAR COLUMNAS METÁLICAS	OC Autorizada	2.CONSULTOR/SUPERVISIÓN	SC Solicitud del cliente	\$5,460.00	<b>\$5,460.00</b>	

ALBAÑILERÍA	OC-007-04	DEMOLICIÓN DE MURETE PARA CAMBIO DE PROYECTO COMENSALES	OC Autorizada	2.CONSULTOR/SUPERVISIÓN	SC Solicitud del cliente	\$1,800.54	<b>\$1,800.54</b>	
CANCELERÍA	OC-008-04	PUERTA DE LAMINA DONCAN PARA EXTERIOR DE AZOTE DE 1.20 X 2.10	OC Autorizada	2.CONSULTOR/SUPERVISIÓN	SC Solicitud del cliente	\$3,150.00	<b>\$3,150.00</b>	
CANCELERÍA	OC-009-04	CERRAR VENTANA EN SITE DE 3 X 0.5 MTS CON BLOCK	OC Autorizada	2.CONSULTOR/SUPERVISIÓN	SC Solicitud del cliente	\$1,272.66	<b>\$1,272.66</b>	
PLOMERÍA	OC-010-04	COLOCACIÓN DE TAPAS DE TRAMPAS DE GRASA INCLUYE: LIMPIEZA, COLOCACIÓN DE LOSA PERIMETRAL Y AJUSTE A FORMA DE LA TAPA	OC Autorizada	2.CONSULTOR/SUPERVISIÓN	SC Solicitud del cliente	\$4,690.00	<b>\$4,690.00</b>	

FOLIO	DOCUMENTOS ANEXOS			
	1.NOTA DE BITÁCORA	2.PLANOS	3.TARJETA DE PRECIO UNITARIO	4.REPORTE FOTOGRÁFICO
OC-001-04	SI	SI	SI	SI
OC-002-04	SI	SI	SI	SI
OC-003-04	SI	SI	SI	SI
OC-004-04	SI	SI	SI	NO
OC-005-04	NO	SI	SI	SI
OC-006-04	NO	SI	SI	SI
OC-007-04	NO	SI	SI	SI
OC-008-04	NO	SI	SI	SI
OC-009-04	NO	SI	SI	SI
OC-010-04	NO	SI	SI	SI

Tabla F.5 Duraciones del proceso de gestión de cambios en obra 1

FOLIO	IDENTIFICACIÓN DEL CAMBIO	EVALUACIÓN DEL CAMBIO		AUTORIZACIÓN DE LA ORDEN DE CAMBIO		COSTO DEL CAMBIO			Duración total:
		1.1 Evaluación del cambio por parte del propietario/supervisor	1.2 Agrupación de varios elementos de cambio en una orden de cambio	1.3 Redacción de la orden de cambio por parte del propietario/supervisor	1.5 Autorización de la orden de cambio por parte del constructor y propietario/supervisor	1.6 Elaboración y compilación de documentos por parte del constructor para validar la orden de cambio.	1.7 Cotización del cambio por parte del constructor y envío al propietario/supervisor.	1.8 Conciliación del precio del cambio entre el propietario/supervisor y el constructor.	
OC01-001	0.50	0.25	0.25	1.00	0.50	0.67	0.67	0.67	4.51
OC01-002	0.50	0.25	0.25	1.00	0.50	0.67	0.67	0.67	4.51
OC01-003	0.50	0.25	0.25	1.00	0.50	0.67	0.67	0.67	4.51
OC01-004	0.50	0.25	0.25	1.00	0.50	0.67	0.67	0.67	4.51
OC01-005	1.00	0.50	0.50	1.00	0.50	0.67	0.67	0.67	5.51
OC01-006	1.00	0.50	0.50	1.00	0.50	2.00	4.00	4.00	13.50
OC01-007	1.00	0.50	0.50	1.00	0.50	2.00	4.00	4.00	13.50
OC01-008	1.00	0.50	0.50	1.00	0.50	2.00	4.00	4.00	13.50
OC01-009	0.50	0.25	0.25	1.00	0.50	2.00	4.00	4.00	12.50
OC01-010	0.50	0.25	0.25	1.00	0.50	1.00	5.00	1.00	9.50
OC01-011	0.50	0.25	0.25	1.00	0.50	1.00	5.00	1.00	9.50
OC01-012	0.50	0.25	0.25	1.00	0.50	1.00	5.00	1.00	9.50
OC01-013	0.50	0.25	0.25	1.00	0.50	1.00	5.00	1.00	9.50
OC01-014	0.50	0.25	0.25	1.00	0.50	2.00	2.00	1.00	7.50
OC01-015	0.50	0.25	0.25	1.00	0.50	2.00	2.00	1.00	7.50
OC01-016	0.50	0.25	0.25	1.00	0.50	2.00	2.00	1.00	7.50
OC01-017	0.50	0.25	0.25	1.00	0.50	2.00	2.00	1.00	7.50
OC01-018	0.50	0.25	0.25	1.00	0.50	2.00	2.00	1.00	7.50
OC01-019	0.50	0.25	0.25	1.00	0.50	2.00	2.00	1.00	7.50
OC01-020	0.50	0.25	0.25	1.00	0.50	2.00	2.00	1.00	7.50
OC01-021	0.50	0.25	0.25	1.00	0.50	2.00	2.00	3.00	9.50
OC01-022	0.50	0.25	0.25	1.00	0.50	2.00	2.00	3.00	9.50
OC01-023	0.50	0.25	0.25	1.00	0.50	2.00	2.00	3.00	9.50
OC01-024	0.50	0.25	0.25	1.00	0.50	2.00	2.00	3.00	9.50
OC01-025	0.50	0.25	0.25	1.00	0.50	2.00	2.00	3.00	9.50
	<b>0.58</b>	<b>0.29</b>	<b>0.29</b>	<b>1.00</b>	<b>0.50</b>	<b>1.57</b>	<b>2.53</b>	<b>1.81</b>	<b>8.58</b>

Tabla F.6 Duraciones del proceso de gestión de cambios en obra 2

FOLIO	IDENTIFICACIÓN DEL CAMBIO	EVALUACIÓN DEL CAMBIO		AUTORIZACIÓN DE LA ORDEN DE CAMBIO		COSTO DEL CAMBIO			Duración total:
		1.1 Evaluación del cambio por parte del propietario/s upervisor	1.2 Agrupación de varios elementos de cambio en una orden de cambio	1.3 Redacción de la orden de cambio por parte del propietario/supervisor	1.5 Autorización de la orden de cambio por parte del constructor y propietario/supervisor	1.6 Elaboración y compilación de documentos por parte del constructor para validar la orden de cambio.	1.7 Cotización del cambio por parte del constructor y envío al propietario / supervisor	1.8 Conciliación del precio del cambio entre el propietario/s upervisor y el constructor.	
OC-001-02	1.00	0.25	0.25	0.50	0.50	1.00	1.00	2.00	6.50
OC-002-02	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	1.00	2.00	2.00	7.50
OC-003-02	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	1.00	3.00	2.00	8.50
OC-004-02	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	2.00	3.00	2.00	9.50
OC-005-02	1.00	0.50	0.50	1.00	1.00	2.00	4.00	2.00	12.00
OC-006-02	1.00	0.50	0.50	1.00	1.00	2.00	4.00	3.00	13.00
OC-007-02	1.00	0.50	0.50	1.00	1.00	2.00	3.00	5.00	14.00
OC-008-02	1.00	0.25	0.25	0.50	0.50	1.00	5.00	2.00	10.50
OC-009-02	1.00	0.50	0.50	0.50	0.50	1.00	3.00	2.00	9.00
OC-010-02	1.00	0.50	0.50	0.50	0.50	2.00	3.00	3.00	11.00
OC-011-02	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	1.00	3.00	1.00	7.50
OC-012-02	1.00	0.25	0.25	1.00	1.00	2.00	3.00	1.00	9.50
OC-013-02	0.50	0.50	0.50	1.00	1.00	1.00	3.00	2.00	9.50
OC-014-02	1.00	0.25	0.25	1.00	1.00	2.00	2.00	4.00	11.50
OC-015-02	1.00	0.50	0.50	1.00	1.00	1.00	1.00	2.00	8.00
OC-016-02	1.00	0.25	0.25	1.00	1.00	1.00	1.00	2.00	7.50
OC-017-02	1.00	0.50	0.50	0.50	0.50	1.00	1.00	1.00	6.00
OC-018-02	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	1.00	2.00	2.00	7.50
OC-019-02	0.50	0.50	0.50	1.50	1.50	2.00	2.00	3.00	11.50
OC-020-02	1.00	0.25	0.25	1.50	1.50	2.00	1.00	2.00	9.50
	<b>0.83</b>	<b>0.43</b>	<b>0.43</b>	<b>0.80</b>	<b>0.80</b>	<b>1.45</b>	<b>2.50</b>	<b>2.25</b>	<b>9.48</b>

Tabla F.7 Duraciones del proceso de gestión de cambios en obra 3

FOLIO	IDENTIFICACIÓN DEL CAMBIO	EVALUACIÓN DEL CAMBIO		AUTORIZACIÓN DE LA ORDEN DE CAMBIO		COSTO DEL CAMBIO			Duración total:
		1.1 Evaluación del cambio por parte del propietario/supervisor	1.2 Agrupación de varios elementos de cambio en una orden de cambio	1.3 Redacción de la orden de cambio por parte del propietario/supervisor	1.5 Autorización de la orden de cambio por parte del constructor y propietario/supervisor	1.6 Elaboración y compilación de documentos por parte del constructor para validar la orden de cambio.	1.7 Cotización del cambio por parte del constructor y envío al propietario/supervisor.	1.8 Conciliación del precio del cambio entre el propietario/supervisor y el constructor.	
OC-001-03	1.0	0.25	0.25	0.25	0.25	1.00	2.00	4.00	9.00
OC-002-03	1.00	0.25	0.25	0.25	0.25	1.00	2.00	4.00	9.00
OC-003-03	1.00	0.25	0.25	0.25	0.25	1.00	2.00	4.00	9.00
OC-004-03	1.00	0.50	0.50	0.50	0.50	1.00	2.00	4.00	10.00
OC-005-03	1.00	0.50	0.50	0.50	0.50	2.00	5.00	7.00	17.00
OC-006-03	1.00	0.50	0.50	0.50	0.50	2.00	5.00	7.00	17.00
OC-007-03	1.00	1.00	1.00	1.50	1.50	1.00	4.00	5.00	16.00
OC-008-03	2.00	1.00	1.00	1.50	1.50	1.00	4.00	5.00	17.00
OC-009-03	1.00	0.50	0.50	0.50	0.50	1.00	4.00	5.00	13.00
	<b>1.11</b>	<b>0.53</b>	<b>0.53</b>	<b>0.64</b>	<b>0.64</b>	<b>1.22</b>	<b>3.33</b>	<b>5.00</b>	<b>13.00</b>

Tabla F.8 Duraciones del proceso de gestión de cambios en obra 4

FOLIO	IDENTIFICACIÓN DEL CAMBIO	EVALUACIÓN DEL CAMBIO		AUTORIZACIÓN DE LA ORDEN DE CAMBIO		COSTO DEL CAMBIO			Duración total:
		1.1 Evaluación del cambio por parte del propietario/supervisor	1.2 Agrupación de varios elementos de cambio en una orden de cambio	1.3 Redacción de la orden de cambio por parte del propietario/supervisor	1.5 Autorización de la orden de cambio por parte del constructor y propietario/supervisor	1.6 Elaboración y compilación de documentos por parte del constructor para validar la orden de cambio.	1.7 Cotización del cambio por parte del constructor y envío al propietario/supervisor.	1.8 Conciliación del precio del cambio entre el propietario/supervisor y el constructor	
OC-001-04	0.50	0.25	0.25	3.50	3.50	1.00	2.00	4.00	15.00
OC-002-04	0.50	0.25	0.25	3.50	3.50	1.00	2.00	4.00	15.00
OC-003-04	1.00	0.50	0.50	3.50	3.50	1.00	2.00	4.00	16.00
OC-004-04	1.00	0.50	0.50	2.50	2.50	1.00	2.00	4.00	14.00
OC-005-04	1.00	0.50	0.50	2.50	2.50	2.00	7.00	5.00	21.00
OC-006-04	1.00	0.50	0.50	2.50	2.50	2.00	7.00	5.00	21.00
OC-007-04	0.50	0.25	0.25	2.50	2.50	2.00	7.00	5.00	20.00
OC-008-04	1.00	0.50	0.50	3.50	3.50	2.00	7.00	5.00	23.00

OC-009-04	0.50	0.25	0.25	3.50	3.50	2.00	2.00	3.00	15.00
OC-010-04	1.00	0.50	0.50	3.50	3.50	2.00	2.00	3.00	16.00
	<b>0.80</b>	<b>0.40</b>	<b>0.40</b>	<b>3.10</b>	<b>3.10</b>	<b>1.60</b>	<b>4.00</b>	<b>4.20</b>	<b>17.60</b>

Tabla F.9 Resultados obtenidos de la verificación del investigador acerca de la gestión de cambios de las obras analizadas

N° Pregunta	Proyecto #1		Proyecto #2		Proyecto #3		Proyecto #4	
	Frecuencia observada	Puntuación						
(a) ¿La compañía aclara el procedimiento para manejar los órdenes de cambio desde el inicio del proyecto a los involucrados?	A veces	50	A veces	50	Casi siempre	75	A veces	50
(b) ¿La orden de cambio es revisada y negociada por personas con los conocimientos y capacidades necesarias?	Casi siempre	75	Casi siempre	75	A veces	50	Casi siempre	75
(c) Porcentaje de órdenes de cambio iniciadas (emitidas) por el constructor hacia el consultor, diseñador o dueño (el porcentaje es directamente proporcional al nivel de gestión de cambios que se tiene)	80%	80	70%	70	60%	60	90%	90
(d) Porcentaje de órdenes de cambio que generaron discrepancia debido a diferencias entre el documento y las condiciones del sitio (el porcentaje es directamente proporcional al nivel de gestión de cambios que se tiene)	35%	65	20%	80	40%	60	40%	60
(e) ¿La estimación del costo de la orden de cambio considera los indirectos o no?	Si	100	Si	100	Si	100	Si	100
(f) ¿Todos los cambios al diseño son verificados y justificados?	A veces	50						
(g) ¿Utiliza la empresa constructora alguna técnica para rastrear el costo del cambio?	Casi siempre	75	Casi siempre	75	Casi siempre	75	A veces	50
(h) ¿Registra la empresa constructora el documento original y las adiciones hechas a través de una orden de cambio?	Si	100	Si	100	Si	100	No	0
(i) ¿Tiene la compañía constructora una base de datos histórica para las lecciones aprendidas que comprende cualquier lección aprendida acerca de la gestión de cambios?	No	0	No	0	Si	100	No	0
(j) Porcentaje de órdenes de cambio procesadas sin contar con un documento por escrito de aprobación de los trabajos (el porcentaje es directamente proporcional al nivel de gestión de cambios que se tiene)	12%	88	10%	90	50%	50	70%	30
<b>Puntuación alcanzada (de acuerdo a la media):</b>	<b>68.3</b>	<b>%</b>	<b>69</b>	<b>%</b>	<b>72</b>	<b>%</b>	<b>50.5</b>	<b>%</b>
<b>Nivel de gestión de cambio (A,B ,C o D)</b>	<b>B</b>		<b>B</b>		<b>B</b>		<b>C</b>	

Proyecto	Ítems de la lista de verificación con sus respectivos resultados "deficientes"									
	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j
Proyecto #1	●	○	○	●	○	●	○	○	●	○
Proyecto #2	●	○	○	○	○	●	○	○	●	○
Proyecto #3	○	●	●	●	○	●	●	○	○	●
Proyecto #4	●	●	○	●	○	●	●	●	●	●
<b>Deficiencia común:</b>	▲	▲		▲		▲	▲		▲	▲

Tabla F.10 Hoja resumen de la información obtenida de la obra 1

INFORMACIÓN GENERAL DE LA OBRA		PROCESO DE GESTIÓN DE CAMBIOS (DURACIONES)		
<b>Obra:</b>	1	<b>Duración promedio del proceso:</b>	8.58	Días
<b>Tipo de obra:</b>	Edificación-Hotel			
<b>Monto de la obra</b>	\$94,226,478.24	<b>Actividades de mayor duración:</b>	"Conciliación del precio del	
<b>Monto debido a cambios:</b>	\$863,123.70		cambio entre el propietario	
<b>Duración de la obra:</b>	10.00 meses	/supervisor y el constructor" con 1.81 días, "Elaboración y		
<b>Descripción de los trabajos:</b>	Construcción de hotel	compilación de documentos por parte del constructor		
que constara de sótano y cinco niveles distribuidos en		para validar la orden de cambio" con 1.57 días y		
seis edificios y una casona, con restaurante y una		"Cotización del cambio por parte del constructor y envío		
alberca en el nivel tres.		al propietario/ supervisor" con 2.53 días		
<b>Modalidad de contratación:</b>	Precios unitarios	<b>Etaapa del proceso de gestión de mayor duración:</b>	"Costo del cambio"	
<b>Ordenes de cambios identificadas:</b>	25.00	<b>PROCESO DE GESTIÓN DE CAMBIOS (EVALUACIÓN)</b>		
	Ordenes de cambio			
<b>Modalidad de compensación de cambios:</b>	Con base a precios unitarios tal como se especifica en el contrato	<b>Clasificación de acuerdo con el constructor:</b>	<b>Nivel</b>	<b>Puntuación</b>
			A	87.50%
<b>Partidas analizadas:</b>	Albañilería, estructura	<b>Clasificación con base a observación del investigador:</b>	<b>Nivel</b>	<b>Puntuación</b>
	metálica, cancelería, herrería, trabajos preliminares		B	68.30%
	y complementarios.	<b>Clasificación promedio de otras empresas de acuerdo con estudios internacionales:</b>	<b>Nivel</b>	
<b>Partida que mayor impacto tuvo:</b>	Albañilería		A	
<b>Monto de la partida:</b>	\$651,123.70	<b>Análisis:</b>	De acuerdo a la percepción	
<b>Documentos anexos:</b>	Notas de bitácora, tarjeta de precios unitarios y reporte fotográfico.	del constructor se tiene una buena gestión de cambios, sin embargo con base en la observación directa a un proyecto		
<b>Causa principal de cambios:</b>	Solicitud del cliente	de construcción de la empresa se tiene que sí se realiza una gestión de cambios pero necesita mejorar en aspectos tales		
<b>Originador principal de cambios:</b>	Consultor/cliente	como: contar con un registro histórico de cambios y la reducción de cambios aprobados sin un escrito.		

Tabla F.11 Hoja resumen de la información obtenida de la obra 2

INFORMACIÓN GENERAL DE LA OBRA		PROCESO DE GESTIÓN DE CAMBIOS (DURACIONES)		
<b>Obra:</b>	2		9.48	Días

<b>Tipo de obra:</b>	Edificación-Edificio residencial		<b>Duración promedio del proceso:</b>		
<b>Monto de la obra</b>	\$14,583,800.28		<b>Actividades de mayor duración:</b>	, "Conciliación del precio del	
<b>Monto debido a cambios:</b>	\$391,620.56			cambio entre el propietario	
<b>Duración de la obra:</b>	7.00	meses	/supervisor y el constructor" con 2.25 días, "Elaboración y		
<b>Descripción de los trabajos:</b>	Construcción de edificio de		compilación de documentos por parte del constructor		
	departamentos en zona de alta plusvalía al norte de		para validar la orden de cambio" con 1.45 días y		
	la ciudad, contara con zona de recreación y restaurante.		"Cotización del cambio por parte del constructor y envío		
			al propietario/ supervisor" con 2.50 días		
<b>Modalidad de contratación:</b>	Precios unitarios		<b>Etapas del proceso de gestión de mayor duración:</b>	"Costo del cambio"	
<b>Ordenes de cambios identificadas:</b>	20.00	Ordenes de cambio	<b>PROCESO DE GESTIÓN DE CAMBIOS (EVALUACIÓN)</b>		
<b>Modalidad de compensación de cambios:</b>	Con base a precios unitarios tal como se especifica en el contrato				
<b>Partidas analizadas:</b>	Albañilería, herrería		<b>Clasificación de acuerdo con el constructor:</b>	<b>Nivel</b>	<b>Puntuación</b>
	trabajos preliminares e instalaciones eléctricas			B	69.00%
	(Acometida eléctrica).		<b>Clasificación con base a observación del investigador:</b>	<b>Nivel</b>	<b>Puntuación</b>
<b>Partida que mayor impacto tuvo:</b>	Instalaciones eléctricas (acometida eléctrica)			B	69.00%
<b>Monto de la partida:</b>	\$346,501.69		<b>Clasificación promedio de otras empresas de acuerdo con estudios internacionales:</b>	<b>Nivel</b>	
<b>Documentos anexos:</b>	Notas de bitácora, tarjeta		<b>Análisis:</b>	A	
	de precios unitarios, planos o croquis y reporte fotográfico.		El nivel que se tiene con		
<b>Causa principal de cambios:</b>	Solicitud del cliente		base en el seguimiento y observación de un proyecto de		
<b>Originador principal de cambios:</b>	Consultor/cliente		la empresa es B, lo cual significa que se tiene una gestión		
			de cambios pero necesita mejorar en varios puntos, por		
			otro lado, el constructor coincidió que debe mejorar su		
			gestión de cambios y se categorizo en el nivel B, esto es		
			bueno ya que tienen conocimiento de sus deficiencias.		

Tabla F.12 Hoja resumen de la información obtenida de la obra 3

INFORMACIÓN GENERAL		PROCESO DE GESTIÓN DE CAMBIOS		
DE LA OBRA		(DURACIONES)		
<b>Obra:</b>	3	<b>Duración promedio del proceso:</b>	13.00	Días
<b>Tipo de obra:</b>	Edificación-Diversos trabajos			
<b>Monto de la obra</b>	\$17,110,290.00	<b>Actividades de mayor duración:</b>	"Conciliación del precio del	
<b>Monto debido a cambios:</b>	\$43,286.65		cambio entre el propietario	

<b>Duración de la obra:</b>	7.00	meses	/supervisor y el constructor” con 5.00 días, “Elaboración y		
<b>Descripción de los trabajos:</b>	Construcción de planta de		compilación de documentos por parte del constructor		
	tratamiento, cisternas, escaleras, cubo de elevadores,		para validar la orden de cambio” con 1.22 días y		
	acabados en hoteles así como el área de mercado.		“Cotización del cambio por parte del constructor y envío		
			al propietario/ supervisor” con 3.33 días		
<b>Modalidad de contratación:</b>	Precios unitarios		<b>Etapa del proceso de gestión de mayor duración:</b>	“Costo del cambio”	
<b>Ordenes de cambios identificadas:</b>	9.00	Ordenes de cambio	<b>PROCESO DE GESTIÓN DE CAMBIOS (EVALUACIÓN)</b>		
<b>Modalidad de compensación de cambios:</b>	Con base a precios unitarios tal como se especifica en el contrato		<b>Clasificación de acuerdo con el constructor:</b>	<b>Nivel</b>	<b>Puntuación</b>
				A	84.50%
<b>Partidas analizadas:</b>	Albañilería, herrería		<b>Clasificación con base a observación del investigador:</b>	<b>Nivel</b>	<b>Puntuación</b>
	impermeabilización.			B	72.00%
			<b>Clasificación promedio de otras empresas de acuerdo con estudios internacionales:</b>	<b>Nivel</b>	
<b>Partida que mayor impacto tuvo:</b>	Herrería			A	
<b>Monto de la partida:</b>	\$31,042.90		<b>Análisis:</b>	De acuerdo a la percepción	
<b>Documentos anexos:</b>	Planos o croquis, tarjeta de precios unitarios y reporte fotográfico.		del constructor se tiene una buena gestión de cambios que no necesita mejoras, sin embargo su gestión realmente sí		
<b>Causa principal de cambios:</b>	Solicitud del cliente		debe mejorar en ciertos aspectos vitales tal como buscar reducir el tiempo de su proceso de gestión y la aprobación		
<b>Originador principal de cambios:</b>	Consultor/cliente		de cambios sin un documento por escrito.		

Tabla F.13 Hoja resumen de la información obtenida de la obra 4

INFORMACIÓN GENERAL DE LA OBRA			PROCESO DE GESTIÓN DE CAMBIOS (DURACIONES)		
<b>Obra:</b>	4		<b>Duración promedio del proceso:</b>	23.00	Días
<b>Tipo de obra:</b>	Edificación-Edificio comercial				
<b>Monto de la obra</b>	\$12,180,000.00		<b>Actividades de mayor duración:</b>		“Conciliación del precio del cambio entre el propietario
<b>Monto debido a cambios:</b>	\$48,475.35				
<b>Duración de la obra:</b>	6.00	meses	/supervisor y el constructor” con 4.20 días y		
<b>Descripción de los trabajos:</b>	Construcción de un restaurante-		“Cotización del cambio por parte del constructor y envío		
	bar, área de juegos para niños, acabados tipo rústicos		al propietario/ supervisor” con 4.00 días		
	ubicado en zona norte de la ciudad.				

<b>Modalidad de contratación:</b>	Precios unitarios		<b>Etapas del proceso de gestión de mayor duración:</b>	"Costo del cambio"				
<b>Ordenes de cambios identificadas:</b>	10.00	Ordenes de cambio	<b>PROCESO DE GESTIÓN DE CAMBIOS (EVALUACIÓN)</b>					
<b>Modalidad de compensación de cambios:</b>	Con base a precios unitarios tal como se especifica en el contrato		<b>Clasificación de acuerdo con el constructor:</b>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Nivel</th> <th>Puntuación</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>A</td> <td>86.00%</td> </tr> </tbody> </table>	Nivel	Puntuación	A	86.00%
Nivel	Puntuación							
A	86.00%							
<b>Partidas analizadas:</b>	Albañilería, acabados		<b>Clasificación con base a observación del investigador:</b>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Nivel</th> <th>Puntuación</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>C</td> <td>50.50%</td> </tr> </tbody> </table>	Nivel	Puntuación	C	50.50%
Nivel	Puntuación							
C	50.50%							
	cimentación, cancelería, herrería							
	y plomería.		<b>Clasificación promedio de otras empresas de acuerdo con estudios internacionales:</b>	<b>Nivel</b>				
<b>Partida que mayor impacto tuvo:</b>	Herrería			A				
<b>Monto de la partida:</b>	\$19,208.00		<b>Análisis:</b>	El contraste entre lo que				
<b>Documentos anexos:</b>	Notas de bitácora, tarjeta de precios unitarios y reporte fotográfico.		percibe el constructor del nivel de gestión de cambios que tiene y lo que realmente sucede en su proyecto es grande,					
<b>Causa principal de cambios:</b>	Solicitud del cliente		la gestión que se tiene es poco adecuada y debe cambiar drásticamente para comenzar a ver resultados positivos.					
<b>Originador principal de cambios:</b>	Consultor/cliente		La duración de su proceso de gestión de cambios es tardía en comparación con el registrado en otras empresas.					