



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**

---

Programa de Maestría y Doctorado en Ingeniería  
Facultad de Ingeniería

PROPUESTA DE UN SISTEMA DE GESTIÓN  
DE CAMBIOS EN PROYECTOS DE OBRA PÚBLICA

# TESIS

Para optar por el grado de:

Maestro en Ingeniería  
(CONSTRUCCIÓN)

Presenta

José Luis Olivos Álvarez

Director de Tesis  
M.I. Marco Tulio Mendoza Rosas



México, D.F.

2011

# **PROPUESTA DE UN SISTEMA DE GESTIÓN DE CAMBIOS EN PROYECTOS DE OBRA PÚBLICA**

Presentada por

José Luis Olivos Álvarez

Agosto 2011

© José Luis Olivos Álvarez

Programa de Maestría y Doctorado en Ingeniería  
Maestría en Ingeniería Civil (Construcción)  
Facultad de Ingeniería  
Universidad Nacional Autónoma de México  
México, Distrito Federal

**Jurado asignado para el examen profesional:**

**Presidente:** Ing. Ernesto Mendoza Sánchez

**Secretario:** Dr. Hugo Meza Puesto

**Vocal:** M.I. Marco Tulio Mendoza Rosas

**Primer suplente:** Ing. Juan Luis Cottier Caviedes

**Segundo suplente:** Ing. Luis Zarate Rocha

**México, Distrito Federal**

Director de tesis

---

**M.I. Marco Tulio Mendoza Rosas**

**DEDICATORIA**

*A mi mamacita*



*María Isabel Álvarez Ávila †*

# AGRADECIMIENTOS

En primer lugar quiero agradecer a mi familia, en especial a mis padres José Luis e Isabel, a mi abuelita Lilia y a mi hermano Irving, que gracias a ellos he podido mantener la motivación y la convicción para hacer una Maestría y más adelante si dios quiere poder estudiar el Doctorado que tanto deseaba mi madre.

A mis amigos y colaboradores miembros de la embajada Yucateca, Maestros en Ciencias: Karla, Javier, Miguel, David y Fernando. Con los que formamos una familia y que siempre me respaldaron y me apoyaron en mis dudas a lo largo de la maestría.

A mis Amigos y compañeros de Maestría: Humberto, Liliana, Teresa y Guillermo; que gracias a su experiencia, amistad y sabios consejos pude salir adelante en esto.

A la Universidad Nacional Autónoma de México y al CONACYT que gracias a su apoyo he podido cursar y concluir un posgrado de alta calidad en tiempo y forma.

A mis Profesores de maestría empezando con mi director de tesis M.I. Marco Tulio Mendoza, Dr. Hugo Meza, M.I. Salvador Díaz, etc. por su paciencia, motivación y dedicación para formar nuevos maestros en Ingeniería.

A mis mentores durante mi carrera profesional: Prof. Mario Carrillo, Ing. Rafael Crespo e Ing. José Lozano; de los cuales he aprendido mucho y que hasta el día de hoy me han dado la oportunidad de colaborar con ellos.

Quisiera hacer una mención especial para el M.I. Josué Pech, profesor del Departamento de Construcción de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Autónoma de Yucatán por sus buenos consejos durante el desarrollo de la metodología empleada en la presente tesis.

Por último sólo me queda darle las gracias a las empresas que nos brindaron su tiempo y apoyo necesario para cumplir con el objetivo de la tesis.

Gracias

## RESUMEN

El manejo del cambio en la construcción, es un aspecto importante en la administración de proyectos, estos cambios constituyen la mayor causa de atrasos, sobre costos y disputas entre las dependencias y las empresas contratistas. A pesar de que ambos están conscientes de que los efectos del cambio son difíciles de cuantificar y estimar durante la ejecución del proyecto, se necesitan las herramientas necesarias para hacer más sencillo el proceso.

El desarrollo de sistemas de gestión del cambio debería de considerar muchos elementos tanto del proceso del proyecto, así como los factores internos y externos que son altamente influyentes en los cambios.

La presente tesis tiene como objetivo el desarrollo de un sistema de gestión de cambios enfocada altamente a los proyectos ejecutados con base en contratos a precios unitarios, estos son los más utilizados en el país y están sujetos a muchas variantes y modificaciones que la mayor parte de las veces es el constructor el principal afectado debido al mal manejo de las circunstancias que traen consigo los cambios en los proyectos.

**Palabras clave:** Ley y Reglamento de Obra Pública y Servicios Relacionados con las Mismas, Project Management Institute, Gestión del alcance, Gestión de cambios.

## ABSTRACT

The change management it's very important aspect for construction project management in this times. The changes are responsible of delays, overruns, claims and disputes between owners and contractor's firms. Despite they are aware that the effects of change are difficult for quantify and estimate above all along building stage, they need the necessary tools for to implement it more easily.

The development of change management systems shall consider a lot of elements in the project process as well as internal and external factors that might generate changes.

The aim of the present thesis is develop a change system approached to united prices contracts, this are the most used in the country and have particularly a lot variations and modifications, so many times the contractor is the main affected due to wrong management of different circumstances that bring the changes in the construction projects.

**Keywords:** Law and Regalement Public's Works for Mexico, Project Management Institute, Scope Management, Change Control management.

# Índice General

<b>RESUMEN .....</b>	<b>I</b>
<b>1. INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>1</b>
<b>1.1 Antecedentes .....</b>	<b>1</b>
1.1.1 El principal pionero .....	2
<b>1.2 Fundamentos de la gestión de proyectos .....</b>	<b>3</b>
1.2.1 La planeación y el control de proyectos .....	4
<b>1.3 La problemática de los cambios en los proyectos de construcción .....</b>	<b>7</b>
<b>1.4 Objetivos e Hipótesis del Proyecto de Investigación .....</b>	<b>9</b>
1.4.1 Objetivo general .....	9
1.4.2 Objetivos específicos .....	9
1.4.3 Hipótesis .....	9
<b>1.5 Alcances de la investigación .....</b>	<b>10</b>
<b>1.6 Justificación de la investigación .....</b>	<b>10</b>
1.6.1 Importancia social .....	11
1.6.2 Valor teórico .....	12
<b>2. REVISIÓN DE LA LITERATURA .....</b>	<b>13</b>
<b>2.1 La obra pública y el contrato a precios unitarios .....</b>	<b>13</b>
2.1.1 Aspectos normativos del contrato a precios unitarios .....	13
2.1.2 Modificaciones a los contratos .....	14
<b>2.2 La metodología de la gestión y el control de cambios .....</b>	<b>19</b>
2.2.1 Tipos, causas y efectos del cambio en los proyectos .....	19
2.2.2 Control de cambios en el alcance .....	22
2.2.3 Impacto en el presupuesto, programa y en la calidad .....	24
2.2.4 Justificación e importancia del sistema de cambios .....	26
2.2.5 El proceso de gestión del cambio .....	27
2.2.6 Uso de las lecciones aprendidas .....	28
<b>2.3 Conflictos dentro de la ejecución del proyecto .....</b>	<b>29</b>
2.3.1 Conflictos generados por el dueño y el contratista .....	29
2.3.2 Disputas concernientes a la interpretación de los contratos .....	33
2.3.3 Condiciones que cambian y dan origen a reclamos .....	33
2.3.4 Reclamos por concepto de aceleración .....	35
2.3.5 Reclamos generados por conceptos extraordinarios .....	35



<b>3. METODOLOGIA.....</b>	<b>36</b>
<b>3.1 Preliminares .....</b>	<b>36</b>
3.1.1 Ventajas de la encuesta .....	38
3.1.2 Desventajas de la encuesta.....	39
<b>3.2 Datos generales.....</b>	<b>39</b>
3.2.1 Unidad de análisis.....	39
3.2.2 Población.....	39
3.2.3 Muestra .....	39
<b>3.3 Procedimiento.....</b>	<b>40</b>
3.3.1 Actividades fundamentales .....	40
<b>3.4 Investigación de campo.....</b>	<b>40</b>
3.4.1 Instrumentos.....	40
3.4.2 Encuesta .....	41
3.4.3 Diseño del cuestionario.....	41
3.4.4 Muestra .....	42
3.4.5 Aplicación de la encuesta .....	47
<b>3.5 Procedimiento para el análisis de los resultados.....</b>	<b>47</b>
<b>4. RESULTADOS .....</b>	<b>49</b>
<b>4.1 Preparación de la base de datos.....</b>	<b>49</b>
El software PASW v.18 .....	49
<b>Datos generales .....</b>	<b>51</b>
¿Construcción o supervisión? .....	51
Años de experiencia.....	51
Tamaño de la empresa .....	51
<b>4.2 Resultados para las obras de infraestructura vial.....</b>	<b>53</b>
<b>4.3 Resultados para las obras de salud.....</b>	<b>59</b>
<b>4.4 Resultados para las obras educativas .....</b>	<b>63</b>
<b>4.5 Resultados para la obras de infraestructura hidráulica.....</b>	<b>67</b>
<b>4.6 Concentrado de los resultados.....</b>	<b>70</b>

<b>5. DISEÑO DEL SISTEMA</b> .....	<b>72</b>
<b>5.1 Elementos útiles para proponer el sistema</b> .....	<b>73</b>
5.1.1 Listado de elementos requeridos .....	73
5.1.2 Consideraciones previas al diseño .....	74
<b>5.2 Fundamentos de control</b> .....	<b>74</b>
5.2.1 El proceso de control del alcance .....	76
5.2.2 El sistema integral de cambios .....	77
<b>5.3 El sistema de gestión de cambios para la obra pública</b> .....	<b>78</b>
5.3.1 Proceso para la gestión de cambios urgentes .....	81
5.3.2 Proceso para la gestión de cambios dentro del alcance .....	82
5.3.3 Proceso para la gestión de cambios fuera del alcance.....	85
<b>6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b> .....	<b>87</b>
<b>6.1 CONCLUSIONES</b> .....	<b>87</b>
<b>6.2 RECOMENDACIONES</b> .....	<b>89</b>
<b>ANEXOS</b> .....	<b>95</b>

# Índice de tablas

Tabla 1. 1 Prácticas comunes en la gestión de cambios. ....	11
tabla 1. 2 Escenario ocasionado por la mala gestión de cambios .....	12
Tabla 2. 1 Principales características del contrato a precios unitarios.....	15
Tabla 2. 2 Causas internas y externas que originan cambios. ....	20
Tabla 2. 3 Efectos directos e indirectos de los cambios. ....	21
Tabla 3. 1 Muestreo estratificado para cada giro en particular.....	45
Tabla 3. 2 Cálculo de los números aleatorios de acuerdo a la sub muestra.....	46
Tabla 4. 1 Concentrado de los resultados de la investigación.....	71
Tabla T 1 Causas de los cambios en obras de infraestructura vial .....	114
Tabla T 2 Efectos del cambio en obras de infraestructura vial.....	114
Tabla T 3 Procedimientos de control en obras de infraestructura vial.....	115
Tabla T 4 Causas de los cambios en obras de infraestructura de salud.....	116
Tabla T 5 Efectos de los cambios en obras de infraestructura de salud.....	116
Tabla T 6 Procedimientos de control obras de infraestructura de salud.....	117
Tabla T 7 Causas de los cambios en obras de infraestructura educativa.....	118
Tabla T 8 Efectos del cambio en obras de infraestructura educativa .....	118
Tabla T 9 Procedimientos de control en obras de infraestructura educativa .....	119
Tabla T 10 Causas de los cambios en obras de infraestructura hidráulica .....	120
Tabla T 11 Efectos del cambio en obras de infraestructura hidráulica .....	120
Tabla T 12 Procedimientos de control en obras de infraestructura hidráulica.....	121

# Índice de figuras y gráficas

Figura 1. 1 La triple restricción de un proyecto. ....	2
Figura 1. 2 Las nueve áreas de administración de proyectos.....	3
Figura 1. 3 Los cinco procesos dentro de un proyecto.....	4
Figura 1. 4 El ciclo de control del proyecto.....	7
Figura 2. 1 Casos para los cuales no se modifica el plazo de ejecución. ....	16
Figura 2. 2 Modificaciones en monto y plazo mediante convenios. ....	17
Figura 2. 3 Cantidades adicionales y conceptos no previstos en el contrato. ....	18
Figura 2. 4 Principales actores dentro de la obra pública .....	30
Figura 2. 5 Organigrama de campo para la ejecución de obra pública .....	32
Figura 3. 1 Preparación del cuestionario. hernández.....	41
Figura 3. 2 Cálculo de la muestra utilizando stats v.2.0.....	44
Figura 3. 3 Cálculo de números aleatorios para la submuestra utilizando stats v.2.0 .....	46
Figura 3. 4 Esquema para el procesamiento de datos de campo. ....	48
Figura 4. 1 Vista de variables en PASW v.18.....	50
Figura 4. 2 Vista de datos en PASW v. 18 .....	50
Figura 5. 1 Símbolos utilizados en los diagramas del sistema .....	73
Figura 5. 2 Grupo de procesos de control y monitoreo .....	76
Figura 5. 3 El proceso de control del alcance.....	77
Figura 5. 4 El proceso integral de cambios .....	78
Figura 5. 5 Modelo de gestión del alcance .....	79
Figura 5. 6 Proceso de cambios urgentes .....	82
Figura 5. 7 Proceso de cambios dentro del alcance .....	84
Figura 5. 8 Proceso de cambio fuera del alcance .....	86
Gráfica 3. 1 Tipos de obras para el análisis estadístico .....	48
Gráfica 4. 1 Giro de las empresas consultadas .....	51
Gráfica 4. 2 Años de experiencia de las empresas consultadas.....	52
Gráfica 4. 3 Tamaño de las empresas consultadas.....	52

# CAPÍTULO 1

## 1. INTRODUCCIÓN

### 1.1 Antecedentes

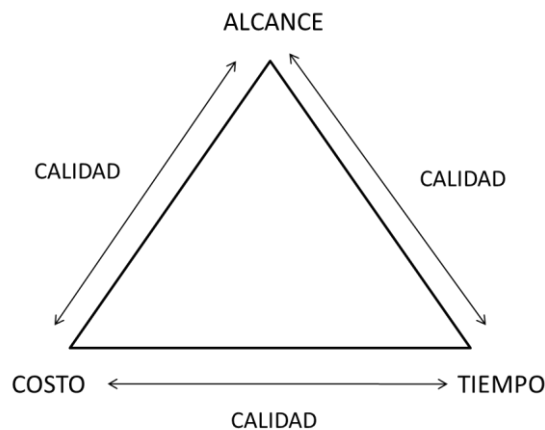
Para Alcudia [2] “Dos de las actividades más importantes en la administración de cualquier empresa constructora durante la ejecución de los proyectos son: la planeación y el control del desarrollo de los trabajos”. Ninguna de esas dos actividades es independiente una de la otra, principalmente debido a que los planes desarrollados serán los que dicten las medidas con que será controlado el proyecto y determine las metas que se pretenden alcanzar en cuanto a tiempo, costo y calidad, sin salir de los alcances establecidos, ver figura 1.1. Por su parte, el control se encarga de evaluar la situación real contra los planes durante el desarrollo de los trabajos y es la pieza principal de la realimentación que debe existir entre esta función y los planes futuros.

Es necesario que un proyecto se planee y controle desde su primera y hasta su última etapa, siendo crucial la etapa de ejecución en el éxito o fracaso del proyecto total. “Para realizar correctamente el plan y el control en cualquier tipo de proyecto se requiere un suministro oportuno de información, comunicación entre los diversos departamentos en todas las etapas y además, tener claramente establecido qué se quiere planear y controlar; así como la forma de hacerlo” Díaz [3]. Aunado a lo anterior, cabe citar lo que señala un estudio enfocado a la planeación y control de proyectos, realizado por Madera [15]:

*“Es verdaderamente importante planear nuestros proyectos ya que de esta manera logramos neutralizar o reducir al mínimo las incertidumbres y los cambios, debido a que la atención de la planeación está puesta en los objetivos por conseguir y, obviamente facilitará en gran medida el control de la etapa en ejecución. Nos ayuda a seleccionar la acción a seguirse, así mismo nos permite decir de antemano qué hay que hacer, cómo se va hacer, con qué y quién lo va hacer”.*

### 1.1.1 El principal pionero

Ya con una fuerte y creciente necesidad de poder controlar proyectos de alto nivel y desempeño, en el año de 1969 fue fundado el Project Management Institute (P.M.I.) por sus siglas en inglés, con socios voluntarios. Durante los años setenta P.M.I. se desarrolló principalmente en el campo de la Ingeniería, mientras tanto el mundo de los negocios desarrollaba sus proyectos a través de especialistas de la misma empresa y formaban grupos de trabajo llamados “Task Force”. Para los años ochenta, el mundo de los negocios comenzó gradualmente a dirigir sus esfuerzos por proyectos<sup>1</sup>.



**Figura 1. 1 La triple restricción de un proyecto. PMBOK [25]**

Durante este tiempo el P.M.I., a través del comité de estándares y colaboradores (entre ellos empresas, universidades, asociaciones de profesionales, especialistas y consultores en proyectos) realizó el estudio, evaluación y revisión de los estándares generalmente aceptados a nivel internacional, dando como resultado los estándares que representan el cuerpo de conocimientos de la Dirección de Proyectos, cuyo título original es “Project Management Body of Knowledge”. Como lo marca el PMBOK [25] la administración de proyectos se divide en nueve áreas de especialización, estas se pueden ver a continuación en la figura 1.2.

<sup>1</sup> En México se maneja el concepto de Capítulo México del P.M.I. (P.M.I. México) que está constituido legalmente como Project Management Institute Capítulo México, A.C., una asociación civil sin fines de lucro creada desde 1996 orientada a difundir los estándares de la Dirección de Proyectos y agrupar a profesionales de esta disciplina de diversas áreas e industrias.



Figura 1. 2 Las nueve áreas de administración de proyectos. PMBOK [25]

## 1.2 Fundamentos de la gestión de proyectos

### Los procesos del proyecto

Un proyecto tiene un principio y un fin, estos puntos delimitantes se consideran como dos de los cinco procesos principales de los que se compone un proyecto. Los cinco procesos base de un proyecto son: el inicio, la planeación, la ejecución, el control y el cierre; PMI [25]. Estos procesos interactúan y se traslapan entre sí como se muestra en la figura 1.3, para constituir el proyecto en general. Los diferentes procesos tienen características y funciones específicas que los definen. En su interacción no necesariamente se termina con un proceso para continuar con otro si no que actúan a la par y compartiendo resultados. A continuación se describen las características propias de cada proceso. De los cinco procesos cada uno tiene una función que marca su esencia:

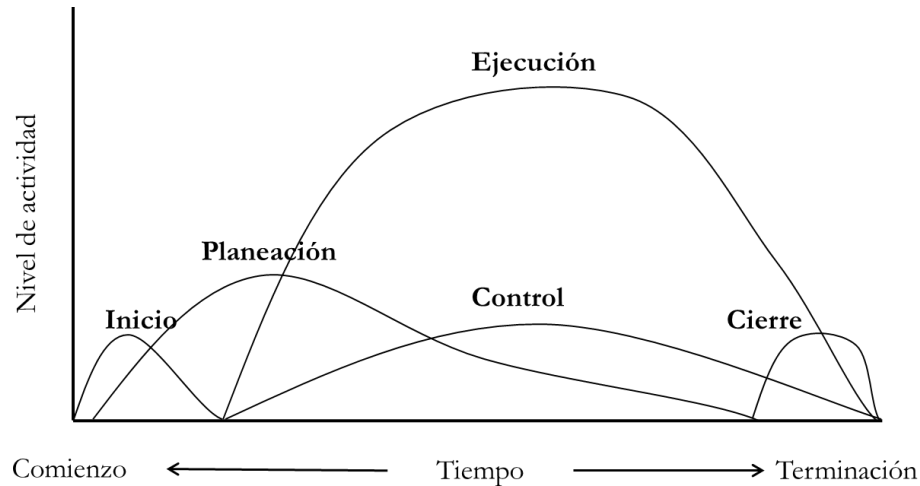
**Inicio.-** Nos da un objetivo

**Planeación.-** Nos describe cómo llegar al objetivo

**Ejecución.-** Es realizar lo que se ha planeado

**Control.-** Es la supervisión constante que permite cumplir con el objetivo

**Cierre.-** Es la entrega del proyecto y la evaluación del mismo



**Figura 1. 3 Los cinco procesos dentro de un proyecto. PMBOK [25]**

### 1.2.1 La planeación y el control de proyectos

La administración es la encargada de planear los trabajos de ejecución de tal forma que tanto los materiales como las herramientas, equipo e información necesarias estén disponibles cuando se les requiera. Por lo anterior, la importancia que se dé a la planeación y al control de un proyecto, determinan en gran medida la culminación exitosa o el fracaso de cualquier proyecto de construcción. Así lo afirman Victor Sanvido [27] y sus colaboradores en un estudio referente a los factores críticos que determinan el éxito en proyectos de construcción: los resultados de la investigación indicaron que hay siete factores de éxito. De estos siete, cuatro fueron críticos: (1) Un equipo de proyecto bien organizado para administrar, planear, diseñar, construir y operar el proyecto. La química del equipo fue típicamente desarrollada por metas y actividades comunes. (2) Una serie de contratos que permitan y motiven a los especialistas a comportarse como un equipo sin conflictos de interés y metas diferentes. Estos contratos deben asignar riesgo y recompensa en las proporciones correctas. (3) Experiencia en la administración, planeación, diseño, construcción, y operaciones de proyectos similares y (4) Oportunidad en la información proveniente del propietario, usuario, diseñador, contratista y operador en las fases de planeación y diseño del proyecto. La industria de la construcción cobra una importancia significativa en el desarrollo económico de cualquier país, de tal modo que es muy necesario crear formas o



estrategias justas para que dicha industria se desarrolle adecuadamente en la economía aún en condiciones críticas de ésta.

Cabe destacar que los mayores problemas de planeación y control se detectan en las empresas pequeñas y medianas, no así en las grandes y gigantes<sup>2</sup>. “Desgraciadamente, virtualmente todos los esfuerzos de investigación relacionados con la planeación de proyectos de construcción se han enfocado en las empresas más grandes” Syal [31].

## **El proceso de control en los proyectos**

Según Gray [6] “El control es el proceso de comparar el desempeño tangible con el plan para identificar las desviaciones, evaluar los cursos de acción alternos existentes y tomar las acciones correctivas posibles”. Los pasos de control del proyecto para medir y evaluar el desempeño de éste se presentan a continuación:

- i.** Establecer un plan de línea base
- ii.** Medir el progreso y el desempeño
- iii.** Comparar el plan con lo tangible
- iv.** Actuar

De igual forma un sistema de control como se muestra en la figura 1.4 consta de la captura de información de forma periódica, del análisis de la misma, de la toma de acciones correctivas que se implementan al proceso de ejecución en caso de ser necesario y del registro de dichas acciones para la prevención de futuras situaciones similares.

Las fases del control se pueden describir de la siguiente manera:

---

<sup>2</sup> En México en la rama de la construcción, empresas de gran importancia como por ejemplo ICA, CARSO, TRADECO etc.; mantienen áreas de dirección de proyectos como parte de su organización y utilizan muchas herramientas que ofrece el P.M.I. para optimizar su desempeño en la industria.

**i. ESTABLECER UN PLAN DE LINEA BASE**

La línea base nos proporciona elementos para medir el desempeño. La línea base se deriva de la información de costos y duraciones encontrada en la base de datos de la estructura de división del trabajo (WBS).

**ii. MEDIR EL PROGRESO Y EL DESEMPEÑO**

El tiempo y los presupuestos son mediciones cuantitativas del desempeño que se ajustan pronto al sistema de información integrado. Las mediciones cuantitativas se determinan con mayor frecuencia por una inspección en el sitio o el uso real. La medición del desempeño del tiempo es más o menos fácil y evidente a diferencia del desempeño del presupuesto, ya que no solo se trata de comparar lo real con lo presupuestado<sup>3</sup>.

**iii. COMPARAR EL PLAN CON LO REAL**

Rara vez los planes se materializan de acuerdo a lo esperado; la supervisión periódica y la medición del avance del proyecto permiten comparaciones de los planes reales con lo esperado. Es crucial que el envío de los informes de avance sea oportuno y con suficiente frecuencia para detectar a tiempo las variaciones del plan y corregir las causas.

**iv. ACTUAR**

Si las desviaciones de los planes tienen relevancia, se necesitarán acciones correctivas para regresar el proyecto en línea al plan original o al revisado. En algunos casos, las condiciones o el alcance pueden cambiar, lo que a su vez requerirá de un cambio en el plan de línea base para reconocer la nueva información.

---

<sup>3</sup> El uso del valor ganado es necesario para hacer un cálculo realista del desempeño en comparación con un presupuesto cronológico.

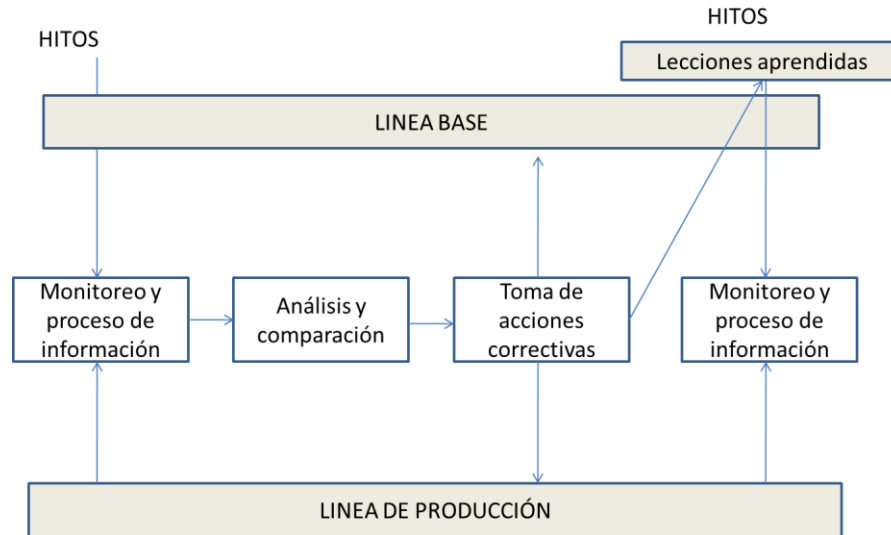


Figura 1. 4 El ciclo de control del proyecto. Healy [8]

### 1.3 La problemática de los cambios en los proyectos de construcción

Se han escrito numerosos artículos acerca de los cambios, en estos se incluyen las órdenes de cambio y la gestión del cambio, pero por desgracia gran parte de estos son destinados a resolver problemas de software y son algo limitados los referidos a proyectos de construcción.

La mayoría de los artículos que tratan cuestiones de construcción hacen principal hincapié en los aspectos legales de los cambios, tales como reclamos y disputas; otros hacen referencia a como el cambio afecta la productividad. Dentro de lo que fue la documentación del estado del arte, nos encontramos algunas de las investigaciones relativas a la gestión de cambios de las cuales revisamos las aportaciones de cada una:

- **Sun et al (2006)** Diseñaron un kit de herramientas para la gestión del cambio, la cual incluye una herramienta que funciona como predictor de los cambios, así como una guía de conocimiento sobre administración y gestión. [32]
- **Lee and Peña Mora (2005)** Propusieron un sistema dinámico mediante un modelo que reconoce varios cambios y hace iteraciones en ciclos para lograr su propósito. La simulación se llevó a cabo mediante el análisis de un caso de estudio. [22]

- **Motawa et al (2007)** Presentó algunos resultados preliminares de su sistema de cambios proactivo, el cual fue integrado con base a un sistema dinámico de predicción el cual se fundamenta en una metodología dinámica de planeación y control. [17]
- **Isaac and Navon (2008)** Propusieron una herramienta para el manejo de los cambios la cual crea una factibilidad de requerimientos potenciales a través de las relaciones entre los requerimiento del cliente y el diseño constructivo. Ellos creen que el número de cambios o impactos de los cambios pueden ser controlados capturando con exactitud los requerimientos del cliente al inicio del proyecto y a través de la factibilidad de la solicitud poder dar inicio a la construcción. [13]

Los atrasos en la terminación de las actividades, sobrecostos y defectos en la calidad, son problemas muy comunes en los proyectos de construcción de la actualidad, Ibbs [12]. Los atrasos y los sobrecostos no son por defecto culpa del equipo de proyecto; en muchos casos estos problemas son causados por el cliente o la dependencia que solicitan cambios que resultan diferentes a los concebidos originalmente en las especificaciones de los trabajos.

Los cambios de diseño durante la ejecución de los proyectos generan un costo y tiempo adicional para su terminación. Harrison [7], menciona que debido a ese costo y tiempo extra, los cuales pueden o no estar justificados, los cambios de diseño generan mayores costos durante la etapa de construcción porque en ocasiones el trabajo se tiene que rehacer o la secuencia de trabajo se ve interrumpida. Otros problemas que se tienen en la etapa de construcción es que el trabajo, los materiales y el equipo pueden tener que desecharse.

## **1.4 Objetivos e Hipótesis del Proyecto de Investigación**

### **1.4.1 Objetivo general**

Desarrollar una alternativa de sistema para la gestión y conciliación de los cambios y los conflictos surgidos durante la etapa de ejecución de un proyecto de construcción contratado a precios unitarios, lo cual tiene como finalidad un manejo y disposición integral de alcances, presupuesto y programa para lograr altos niveles de eficiencia en el proceso de control del proyecto para evitar en lo más posible el surgimiento de disputas y reclamos.

### **1.4.2 Objetivos específicos**

- Elaborar un diagnóstico preliminar sobre qué problemáticas generan los cambios en el alcance dentro de un proyecto licitado por obra pública y la identificación de las principales áreas de conflicto debido a los mismos.
- Proponer un sistema de gestión de cambios que se fundamente y apoye en la literatura revisada, aprovechando y haciendo uso de un proceso de control y evaluación diferente al tradicional pensando en las nuevas necesidades y requerimientos de los proyectos.

### **1.4.3 Hipótesis**

- Muchos de los conflictos que el constructor tiene con la dependencia y la supervisión, son debidos a la falta de conocimiento de la ley y reglamento de obra pública donde vienen mencionadas para todas las partes sus derechos y obligaciones en materia de la ejecución correcta de los trabajos.
- Muchos constructores tienen miedo de que un proceso formal de gestión de cambios se vuelva un tedioso proceso burocrático.
- Las deficiencias en el control de cambios en los proyectos se debe a que no se cuenta con las herramientas que faciliten el proceso.

### **1.5 Alcances de la investigación**

La presente investigación va a ser dirigida hacia como la contratista puede responder ante los cambios que vayan a surgir dentro de un proyecto de construcción, especialmente en los continuos cambios de proyecto (Planos y especificaciones) que dan como resultados cantidades adicionales, conceptos extraordinarios, suspensiones y otros aspectos relevantes que hacen que la utilidad planeada desde un inicio se vea mermada.

La investigación no tendrá lugar para los casos que tratarán de contratos de tipo mixto ni precio alzado, ya que en este último no aplican en las hipótesis ya señalados con anterioridad además de que cuando se celebra este tipo de contratos, el alcance, los planos y las especificaciones están casi al 100% definidas.

Un aspecto importante a resaltar dentro del alcance de la presente investigación, es la de considerar el hecho de que si se sobrepasa el 25% del importe original del contrato en cambios hechos a lo largo del proyecto, se considerarán cambios en los precios unitarios específicamente en los rubros de indirectos y financiamiento, RLOP Art. 102 [102] ; esto último aunque parezca difícil de pensar que pueda ocurrir, siempre existirá esa posibilidad y cuando llegue ese momento hay que tener la información y documentación necesaria para hacerle frente a esa situación que muchas veces se vuelve tediosa para el contratista.

### **1.6 Justificación de la investigación**

El presente trabajo viene a dar a conocer una alternativa para el control durante la ejecución de los proyectos y el cómo hacer la gestión de los cambios de forma más efectiva para no salirse de los límites marcados por las partes involucradas. La tabla 1.1 muestra las prácticas comunes en las que se incurre muchas veces debido a la falta de conocimiento en cuanto a la gestión de cambios y de administración de proyectos en general. Seeley [30]

Los constructores se beneficiarán, por un lado, con un diagnóstico de los problemas comunes que traen consigo los cambios durante la etapa de ejecución de los proyectos, lo cual podrán utilizar de marco de referencia para la toma de decisiones y, por el otro, contarán con una propuesta(Objeto de esta tesis) de la que podrán valerse para mejorar las etapas de planeación y control de la ejecución de sus proyectos, todo lo cual beneficiará en aspectos tales como la

disminución de contingencias, tener menores riesgos de fracaso en el proyecto y mayor productividad, así como obtener mejores márgenes de utilidades entre otros.

Es importante hacer notar que este estudio sienta las bases para el desarrollo de las herramientas con la que se podrá automatizar el sistema y para futuras investigaciones, en el sentido de saber a ciencia cierta la magnitud del impacto positivo de los sistemas de información que apoyan a los constructores en el desempeño de sus actividades administrativas, especialmente en las etapas de planeación y control de sus proyectos. Lo anterior redundará en una mejor utilización de los recursos y consecuentemente, en un menor costo de adquisición de la infraestructura que se requiere para el desarrollo del país.

**Tabla 1. 1 Prácticas comunes en la gestión de cambios. Seeley [30]**

<b>La tendencia natural en la mayoría de los proyectos</b>	<b>Consecuencias del enfoque tradicional</b>
<b>Tomar decisiones de manera informal</b>	Confusión. La comunicación verbal no asegura efectividad entre las partes.
<b>Comunicar decisiones informalmente</b>	Conflictos. Errores en la comunicación y trabajo con información obsoleta.
<b>No evaluar los impactos y justificaciones</b>	El programa no cumplió con los compromisos contractuales
<b>Ignorar y omitir justificaciones a la documentación del proyecto</b>	Proyecto fuera de presupuesto
<b>Incrementar el alcance gradualmente</b>	Molestia de subcontratistas y proveedores

### 1.6.1 Importancia social

Esta investigación proporcionará a los ejecutivos de las empresas constructoras una alternativa para realizar el control del proyecto de una manera eficaz, de tal forma que facilite la obtención de los objetivos de costo, tiempo y calidad para los proyectos asignados a ellos. Este estudio podrá

proporcionar una base para ampliar investigaciones en otras etapas de la administración de proyectos de construcción que no hayan sido o que estén poco abordadas.

### 1.6.2 Valor teórico

El propósito del control en un proyecto es guiar los trabajos hacia las metas del proyecto, Nicholas [19]. El control de un proyecto evalúa si el actual control que se planeó desde un principio confirma las necesidades del proyecto y actualiza las expectativas sobre los resultados y los requerimientos<sup>4</sup>.

Los cambios en los proyectos son inevitables, pero hoy en día se hacen grandes esfuerzos por medio de investigaciones para reducir sus impactos (atrasos y sobrecostos). Por medio del sistema propuesto en la presente tesis se minimizarán los cambios en el alcance del proyecto así como en caso de su autorización conocer el manejo adecuado tanto de la Ley como el reglamento de obra pública para ejercer eficientemente los convenios requeridos y no caer en conflictos y disputas contra la dependencia o entidad.

**Tabla 1. 2 Escenario ocasionado por la mala gestión de cambios. Elaboración propia**

Cliente (Dependencia) VS Contratista	
Molesto por que siente que se abusó de él al querer cobrar diferente a lo planeado.	Molesto por que siente que a pesar de haber realizado el trabajo no se le quiere pagar.

<sup>4</sup> En la actualidad para conseguir esos objetivos se requiere de un sistema efectivo de recolección y difusión de información.



## CAPÍTULO 2

### 2. REVISIÓN DE LA LITERATURA

#### 2.1 La obra pública y el contrato a precios unitarios

La ley de obras públicas permite la contratación de obra pública mediante contratos a precios unitarios, a precio alzado, mixtos, amortización programada. Los contratos de obra pública en México se rigen por la ley de obras públicas y servicios relacionados con las mismas, la ley actualizada entró en vigor el 28 de Mayo del 2009, ver Art.45 [28]. En esta se incorpora a los proyectos integrales como obra pública, pudiéndolos contratar como contratos a precio alzado; también se integran los contratos mixtos, que pueden incluir la contratación a precio alzado y a precios unitarios, para un mismo contrato. Como ya se mencionó, existen diferentes tipos de contratos y cada uno se puede llevar a cabo bajo diversas modalidades y aplicarse de acuerdo al tipo de proyecto que se desea ejecutar, siempre y cuando se consideren las ventajas y desventajas que se tienen al aplicarlo.

Existen modalidades de contratación que no se pueden aplicar en obra pública, porque no se apegan a las condiciones de la ley previamente establecidas y un ejemplo es el método de diseño-construcción (Desig-Build en inglés), el cual es utilizado mucho en los Estados Unidos de Norte América y en otros países de mundo, Nájera [18]; y con lo cual podría también aplicar en nuestro país para contratar la obra privada, pero no la pública.

##### 2.1.1 Aspectos normativos del contrato a precios unitarios

Cuando se realiza una obra para las dependencias municipales, estatales o federales, regidos por alguna normatividad, contratadas a precios unitarios; es de esperarse muchas más restricciones, especificaciones y procedimientos que en una obra de tipo privado y con otro tipo de contratación, Levy [14]. Los distintos trabajos que integran una obra se llevan a cabo mediante el pago de precios asignados a conceptos de trabajo. En el momento de entrega y ejecución de la parte realizada se hará el pago de un precio determinado es decir, se paga conforme se realizan los conceptos de trabajo, ajustando los precios de los insumos a las variaciones del mercado, siempre que así lo hayan pactado en las cláusulas de ajuste.

“En este contrato las especificaciones y los conceptos deben estar definidos entre el sesenta y el noventa por ciento, y las cuantificaciones son aproximadas para contratar”, Figueroa [4].

Este tipo de contrato tiene la particularidad de que es muy flexible ya que ayuda y protege al contratista ante cambios bruscos en los precios de los materiales, tasas de interés interbancarias, cantidades adicionales y conceptos extraordinarios; sin embargo, a pesar de contar con estas facilidades, el contratista no le sabe dar el uso adecuado a la Ley y al Reglamento de Obras Públicas en el sentido de conocer ampliamente los puntos relacionados con los aspectos antes mencionados.

Figueroa [4] nos muestra en la tabla 2.1 de manera específica las características del contrato a precios unitarios incluyendo sus ventajas y desventajas al aplicarlo en la obra pública:

### 2.1.2 Modificaciones a los contratos

Existen situaciones en las que los contratos de obra pública tienen que ser sometidos a algún tipo de modificación durante el trayecto del proyecto, de hecho desde antes del inicio de la obra esta ya puede ser objeto de modificación a solicitud ya sea de la dependencia o entidad o por parte de la empresa contratista que realizará los trabajos. Los principales factores por lo que se puede modificar un contrato son los siguientes:

- **Diferimientos** Según el Art. 50 de la Ley de Obras Públicas y Servicios relacionados con las Mismas [28], No es posible la modificación al plazo de ejecución de la obras por diferimientos al programa original. Este tipo de diferimiento se presenta mayormente cuando el anticipo no es otorgado al contratista con anterioridad a la fecha de inicio de los trabajos<sup>1</sup>.
- **Prórrogas** Según el Art. 52 de la Ley de Obras Públicas y Servicios relacionados con las Mismas [28], No es posible la modificación al plazo de ejecución de la obras por prórrogas al programa original. La única condición para que aplique una prórroga es la no entrega oportuna del o los inmuebles al contratista previo a la fecha de inicio de los trabajos. Esta entrega debe constar por escrito.

---

<sup>1</sup> Cuando el contratista no entrega la fianza de anticipo, no aplica diferimiento alguno y este deberá iniciar los trabajos en la fecha pactada.

- **Suspensiones** Según la Ley de Obras Públicas y Servicios relacionados con las Mismas en su Art.60 [28], las dependencias y entidad podrán suspender temporalmente, en todo o en parte, los trabajos contratados por cualquier causa justificada, la cual no podrá prorrogarse o ser indefinida. La Ley en su Art.62 también menciona que en caso de suspensión imputable a la dependencia o entidad, esta deberá pagar los trabajos ejecutados, así como gastos no recuperables para el contratista.

**Tabla 2. 1 Principales características del contrato a precios unitarios. Figueroa [4]**

<b>Aspectos técnicos</b>	Los volúmenes de obra sólo se determinan con exactitud hasta la ejecución total de la misma; el proyecto se amplía en alcances.
<b>Aspectos financieros</b>	Se fija un precio por unidad de trabajo; y el importe indicado en el contrato de ninguna manera puede quedar como el precio definitivo de la obra, ya que está sujeto a incremento y decremento.
<b>Aspectos legales</b>	Con frecuencia se aplican convenios adicionales para absorber los costos de trabajos adicionales y en su caso, oficios de resolución para ajustes de costos.
<b>Aspectos administrativos</b>	Facilidad de modificar o ampliar el concepto general del proyecto sin depender de su grado de desarrollo y se deben formular numerosos precios extraordinarios como consecuencia de las modificaciones al proyecto.
<b>Aplicaciones</b>	Proyectos donde el volumen de trabajo no se puede determinar con exactitud por anticipado.
<b>Ventajas</b>	Facilidad para modificar o ampliar el concepto del proyecto; el contratista al no tomar responsabilidad por las cantidades de obra, cobra indirectos y utilidades justas.
<b>Desventajas</b>	Permiten la falta de planeación y programación de las obras, no es posible controlar las cantidades de obra, es común que surjan trabajos extraordinarios para los cuales no hay precios establecidos. El proyecto casi siempre se amplía en sus alcances.

### Modificaciones de monto y plazo

El Reglamento en su Artículo 100 [29], dice que las modificaciones a los contratos podrán realizarse por igual en aumento que en reducción. Si se modifica el plazo, los periodos se expresarán en días naturales, y la determinación del porcentaje de variación se hará con respecto del plazo originalmente pactado; en tanto que si es al monto, la comparación será con base en el monto original del contrato.

Las modificaciones al plazo serán independientes a las modificaciones al monto, debiendo considerarse en forma separada, aun cuando para fines de su formalización puedan integrarse en un solo documento ver figura 2.1

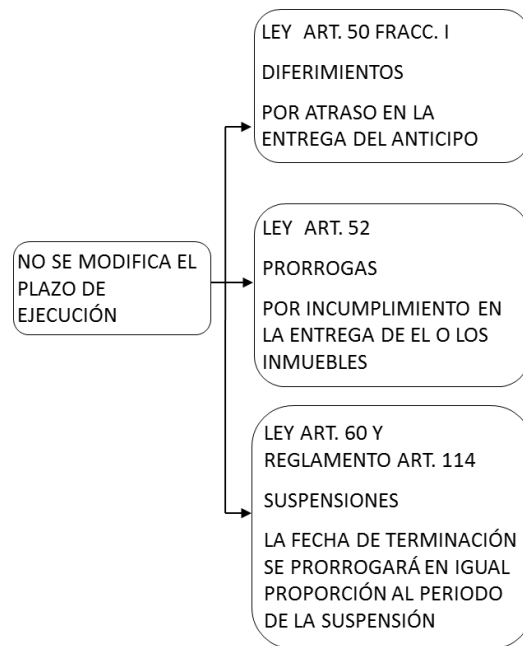


Figura 2. 1 Casos para los cuales no se modifica el plazo de ejecución. LOPSRM [28]

### Cantidades adicionales y conceptos no previstos

La Ley en su Artículo 59(octavo párrafo) [28], menciona que cuando durante la ejecución de los trabajos se requiera la realización de cantidades o conceptos de trabajo adicionales a los previstos originalmente, las dependencias y entidades podrán autorizar el pago de las estimaciones de los trabajos ejecutados, previamente a la celebración de los convenios respectivos, vigilando que dichos incrementos no rebasen el presupuesto autorizado en el contrato, ver figura 2.2 y 2.3. Tratándose de cantidades adicionales, éstas se pagarán a los precios unitarios pactados originalmente; tratándose de los conceptos no previstos en el catálogo de conceptos del contrato, sus precios unitarios deberán ser conciliados y autorizados, previamente a su pago<sup>2</sup>.

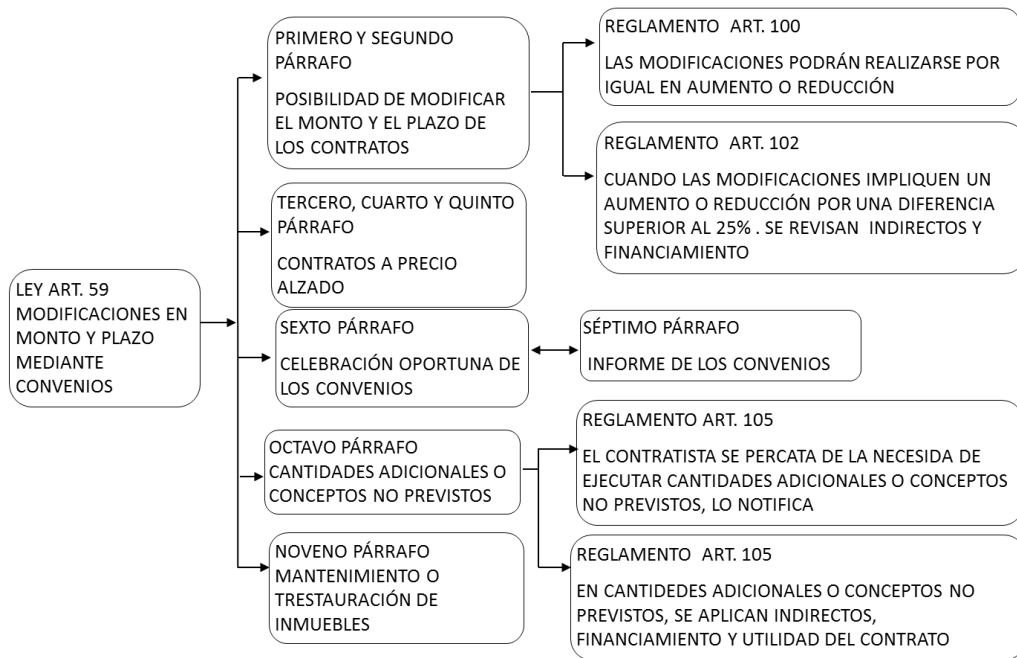
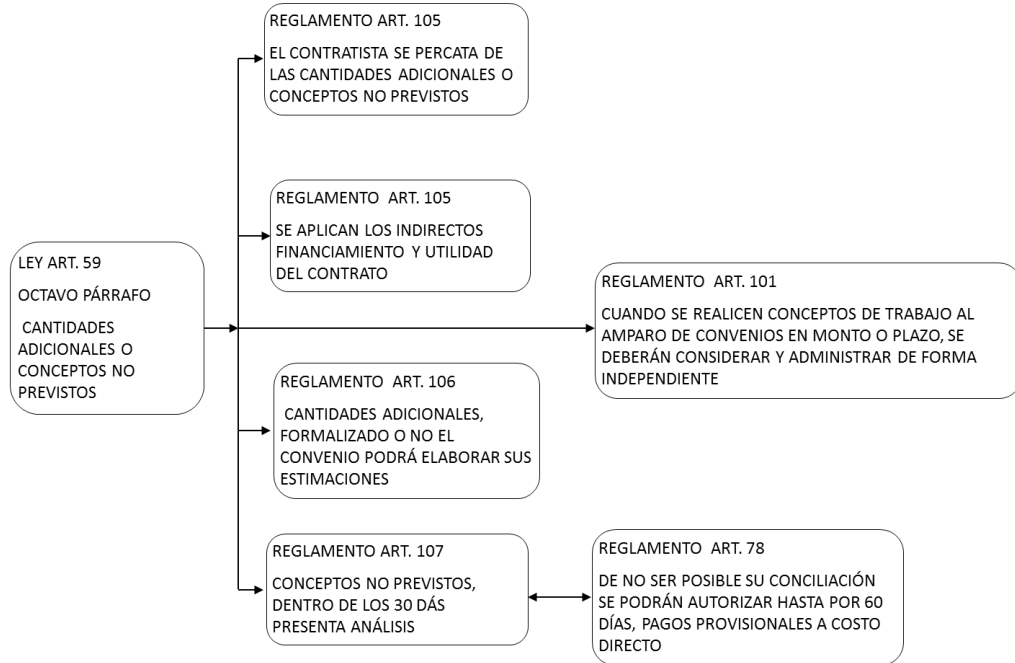


Figura 2. 2 Modificaciones en monto y plazo mediante convenios. RLOPSRM [29]

<sup>2</sup> Este artículo de la Ley se complementa con los Artículos 105, 106, 107 y 108 del Reglamento de la Ley de Obras Públicas.



**Figura 2. 3 Cantidades adicionales y conceptos no previstos en el contrato. RLOPSRM [29]**

Podemos resumir que las modificaciones al contrato se deben básicamente a una mala planeación o diseño del proyecto ejecutivo y la idea no está muy alejada de la verdad, por lo que es recomendable tener un buen equipo de diseño ya que es la base para comenzar una buena finalización del proyecto y la ejecución de los trabajos. De no ser así, el costo de la obra se verá aumentado, ocasionando con esto que haya diferencias con la parte contratante y, en algunas ocasiones, la suspensión temporal o definitiva de la obra, con la consecuente rescisión del contrato.

Si esto se presentara en la obra debido a algún cambio de especificación o por un hecho fortuito, como un accidente natural, se podrá manejar incrementando el presupuesto original, considerando la ampliación y haciendo el seguimiento a las deducciones globales correspondientes (anticipo, fondo de garantía, inspección, etcétera). La ampliación del presupuesto debe cubrir todos los costos de la obra hasta su terminación y, de preferencia, debe ser un poco holgado para que al cerrar la última estimación quede un saldo favorable al contratante. Se debe evitar, en la medida de lo posible, una segunda ampliación del presupuesto ya que si la primera resulta muy difícil, la segunda es prácticamente imposible de obtener.

Esto se puede evitar si, antes de iniciarla, se conoce el estimado de costos por partida de obra. Se deberá revisar muy bien el presupuesto, comparando con el proyecto ejecutivo, a fin de localizar los conceptos y volúmenes no considerados en éste, y evaluarlos considerando los periodos de ejecución de éstos. Si ocurriera un cambio de especificación o proyecto lo podemos valorar de la misma forma, considerando la mano de obra de acuerdo con los índices existentes en ese momento.

## **2.2 La metodología de la gestión y el control de cambios**

“Si hay algo de lo que se puede estar seguro, es que durante un proyecto se producirán cambios”, Guido & Clements [5]. A pesar de contar con una muy buena planeación, seguirán ocurriendo modificaciones. Estos cambios pueden ser:

- i. Iniciados por el propietario o dependencia
- ii. Iniciados por la empresa contratista
- iii. Ocasionados por sucesos imprevistos durante la ejecución de la obra
- iv. Requeridos por los usuarios finales del proyecto

### **2.2.1 Tipos, causas y efectos del cambio en los proyectos**

#### **Los tipos de cambios**

Los cambios durante los proyectos pueden ser cambios *graduales o cambios radicales*, dependiendo del tipo de severidad. Un cambio gradual también es conocido como un cambio incremental, es decir, que pasa un largo periodo con una baja intensidad. Un cambio radical es repentino, dramático y tiene un marcado efecto. Los tipos de cambios graduales suelen presentarse durante la etapa de diseño, donde muchas decisiones son definidas y redefinidas progresivamente. Los cambios radicales ocurren en las etapas posteriores al diseño, Abdulghafoor [1]. Los cambios también pueden ser clasificados en cambios *anticipados y cambios de emergencia*. Los cambios anticipados son planeados con antelación y se producen según lo previsto. Por otro lado los cambios emergentes se originan espontáneamente y no son originalmente anticipados o previstos.

Otra forma de ver los cambios en los proyectos es a través de su necesidad. En esta forma los cambios pueden ser clasificados como cambios de *elección o cambios solicitados*. El primero hace referencia a que el cambio se puede o no implementar en el proyecto, mientras que en el segundo no tenemos la posibilidad de eliminar esos cambios.

### Causas de los cambios

Los cambios pueden ocurrir en cualquier etapa de un proyecto y pueden originarse por diversas razones, podemos dividirlos en dos clasificaciones; La tabla 2.2 hace referencia a las causas externas y a las causas internas. La segunda clasificación más específica la propone Harrison [7] y es la siguiente:

1. Cambios en el alcance y especificaciones del proyecto durante las etapas tempranas de desarrollo.
2. Cambios de último momento en el diseño.
3. Cambios debidos a cuestiones de seguridad y requerimientos legales.
4. Cambios los cuales se cree que mejorarán la tasa de retorno del proyecto en cuestión<sup>3</sup>.
5. Cambios debidos a ideas “deseables” por parte del propietario o de la dependencia<sup>4</sup>.

**Tabla 2. 2 Causas internas y externas que originan cambios. Harrison [7]**

Causas externas	Causas internas
Aspectos económicos	Cultura organizacional
Aspectos ambientales	Mejoras al diseño
Aspectos tecnológicos	Ambigüedades en el alcance
	Disputas contractuales

<sup>3</sup> Estas no se pueden justificar a menudo ya que presenta dificultades para estimar las tasas de retorno.

<sup>4</sup> Este tipo de cambios pueden dirigir el proyecto más allá de su alcance y requerimientos originales. El administrador del proyecto debe resistirse a este tipo de cambios y solo debe aceptar cambios desprendidos del alcance original, e incluso de los estándares de seguridad.



## Efectos del cambio

Mientras que algunos cambios pueden traer beneficios al proyecto, muchos cambios si no son bien manejados pueden traer efectos negativos tanto en el presupuesto como en el programa.

“Los mayores costos debidos a los cambios, son los debidos a rehacer y modificar los trabajos ya ejecutados” Ibbs [11]. El rehacer el trabajo es el efecto de volver a hacer todo el proceso o actividades que han sido incorrectamente implementadas, y se pudieron haber creado por defectos o variaciones. El costo de rehacer el trabajo en los proyectos de construcción puede ser alto y llegar del 10% al 15% del importe del contrato, Ibbs [11]. El rehacer el trabajo es un ejemplo de efecto directo de cambios en el proyecto. En complemento a los efectos directos, también existen los efectos indirectos los cuales tendrán su principal impacto en el costo del proyecto y en el programa, ver tabla 2.3.

**Tabla 2. 3 Efectos directos e indirectos de los cambios. Harrison [7]**

Efectos directos	Efectos indirectos
Adición de trabajo	Comunicar el cambio a los miembros del equipo
Suspensión de los trabajos	Disputas entre las partes involucradas
Demolición de trabajos terminados	Pérdida de la productividad
Tiempo perdido al detener y reiniciar tareas	Cambio en el flujo financiero
Actualizar la línea base	Pérdida de holguras

### 2.2.2 Control de cambios en el alcance

Los cambios en el alcance son identificados con facilidad; ya que son las “pequeñas modificaciones” que eventualmente se suman y se convierten en cambios importantes de alcance que pueden ocasionar problemas. A estas pequeñas modificaciones se les conoce en el campo como cambios inesperados en el alcance.

“Aunque los cambios en el alcance por lo general se ven en forma negativa, hay situaciones donde los cambios en el alcance ocasionan recompensas positivas”, Gray and Larsson [6].

Los cambios inesperados en el alcance son comunes al principio de los proyectos, en especial en los de desarrollo de nuevos productos. Las necesidades de los clientes de características adicionales, nueva tecnología, malas suposiciones de diseño, etc., manifiestan presiones para las variaciones en el alcance. Con frecuencia, estas son pequeñas y pasan inadvertidas hasta que se observan retrasos de tiempo o excedentes de costos. Los cambios inesperados en el alcance afectan a la organización, al equipo de proyecto y a sus proveedores.

“Los cambios en el alcance alteran los requisitos de flujo de efectivo de la organización, en forma de menos o más recursos disponibles que también pueden afectar otros proyectos”, Sanghera [26]. Los cambios frecuentes eventualmente desgastan la motivación del equipo<sup>5</sup>.

### La estructura de una gestión de cambios en el alcance

“Controlar el alcance es el proceso por el que se monitorea el estado del alcance del proyecto y del producto, y se gestionan cambios a la línea base del alcance”, Gray and Larsson [6]. El control del alcance del proyecto asegura que todos los cambios solicitados o las acciones preventivas o correctivas recomendadas se procesen a través del proceso Realizar el Control Integrado de Cambios. El control del alcance del proyecto también se utiliza para gestionar los cambios reales cuando suceden y se integra a los otros procesos de control. “Los cambios no controlados a menudo se denominan corrupción del alcance del proyecto (Scope Creep)”, PMBOK [25]. ***Los cambios son inevitables, por lo que se impone algún tipo de proceso de control de cambios.***

---

<sup>5</sup> Se alteran las metas claras del equipo, se vuelven menos enfocadas y dejan de ser el punto focal de la acción del equipo. Empezar de nuevo es molesto y desmoralizador para el equipo de proyecto porque interrumpe el ritmo y baja la productividad.

## Elementos básicos para el control del alcance

- a) **Estructura del desglose del trabajo (WBS)** “Es el mapa del proyecto y da como resultado un proceso jerárquico, donde previamente a este se han identificado con claridad el alcance y el producto a terminar”, Gray and Larsson [6]. Cuando se utiliza, los gerentes pueden asegurarse de identificar todos los productos y elementos del trabajo a fin de integrar el proyecto a la organización actual y establecer un fundamento de control.
- b) **Reportes de desempeño** Los reportes de desempeño nos indican el estado actual del proyecto, como qué actividades han sido finalizadas y cuáles todavía no<sup>6</sup>.
- c) **Solicitudes de cambios** El plan de gestión de solicitudes de cambios puede incluir el modo en que se realizará la planificación, el seguimiento y la comunicación de las actividades relacionadas con las solicitudes, y el modo en que se iniciarán los cambios a los requisitos del producto, servicio o resultado<sup>7</sup>.
- d) **Plan de manejo del alcance** Este documento describe cómo será manejado el alcance y como serán integrados los cambios en la línea base del proyecto. Esto debería incluir una evaluación de las expectativas que hay en el proyecto. El plan de manejo del alcance debería incluir también una clara descripción de cómo los cambios serán identificados y clasificados.

---

<sup>6</sup> Los reportes de desempeño también pueden alertar al equipo de proyecto sobre ciertos conceptos que podrían causar problemas en un futuro. Normalmente para esto se emplea el uso del método del valor ganado (EVA).

<sup>7</sup> También describe cómo se analizarán los impactos y los niveles de autorización requeridos para aprobar estos cambios.

### 2.2.3 Impacto en el presupuesto, programa y en la calidad

#### Impacto en el presupuesto

Existen dos componentes de un cambio que afectan directamente en el costo del proyecto: el costo de la mano de obra y el costo de los materiales. El costo de los materiales es hasta cierto punto fácil de predecir y estimar, sin embargo el costo de la mano de obra es más difícil debido a:

1. El efecto que originó el cambio en la productividad.
2. La incertidumbre acerca del alcance del cambio<sup>8</sup>.

Según los costos en la mano de obra debido a cambios se pueden catalogar en tres aspectos:

- **Degradación de la productividad** La interrupción, atraso y redirección de los trabajos, asociado a los cambios en los trabajos tienen un impacto negativo en la productividad de la mano de obra. Podemos esperar de igual manera que la productividad de los trabajadores sea afectada en casos donde se requieran *tiempos extras* por largos periodos de tiempo para compensar atrasos en el programa.
- **Atrasos** Hacer un cambio y procesarlo toma tiempo. Esto resulta en parar los trabajos hasta esperar nuevas órdenes o indicaciones. La procura o renta de materiales, herramienta y equipo causarán atraso y costo de recursos que podrían ser muy importantes.
- **Demolición y rehacer los trabajos (Rework)** Estos cambios resultan ser muy costosos ya que la construcción ya está puesta en marcha e involucra importantes costos directos resumidos de la siguiente manera:
  1. Costo de mano de obra para demoler cierto trabajo.
  2. Costo del equipo para demoler cierto trabajo.
  3. Material desperdiciado por remover el trabajo existente.
  4. Costos asociados al manejo y transporte de material de desperdicio.

---

<sup>8</sup> Se presenta mayormente en cómo serán las nuevas condiciones de diseño (Ingeniería) y entrega de equipo o material (Procuración).

El impacto directo sobre el costo del proyecto por cambios durante su ejecución se puede medir con el análisis del cambio ocurrido a implementar y en su caso determinar el costo con base al análisis de precios unitarios con el cual están sentadas las bases del presupuesto de control. Si no se tiene un precedente del precio unitario de los conceptos del cambio, es necesario se analicen y concilien los precios por conceptos nuevos, entre el dueño y ejecutor o gerencia y ejecutor. En el caso de los cambios no imputables a los participantes, particularmente en los casos de incrementos del salario mínimo par la mano de obra y el incremento de los materiales, se tendrá que seguir los lineamientos marcados en contratos para realizar los ajustes de costos<sup>9</sup>.

### **Impacto en el programa**

El impacto en el programa tiene la particularidad de afectar el costo en varias formas, una de ella es que altera el cálculo de indirecto que se había considerado originalmente. El impacto más complicado para medir es el que repercute en el tiempo, y es que el tiempo de duración del proyecto se ve afectado en muchas ocasiones y de maneras inconscientes y difíciles de detectar. Un cambio de proyecto puede ser el acortar el tiempo de duración de este por cuestiones de conveniencia en su uso para el cliente.

### **Impacto en la calidad**

La planeación de la calidad y el control de la calidad son partes esenciales del área de gestión de calidad del proyecto. “Esos procesos trabajan juntos para definir y monitorear el trabajo en el proyecto y asegurándose que los resultados cumplan con los requerimientos de calidad establecidos en el plan”, Heldman [9]. El control de la calidad está específicamente interesado en verificar que los resultados del trabajo cumplan con los estándares establecidos en el plan de gestión de calidad. El control de la calidad debería ser practicado y realizado desde el inicio del

---

<sup>9</sup> Para apoyar dichos ajustes de costos existen índices que marcan instituciones legales, como el Banco de México, la Cámara Mexicana de la Industria de la Construcción, entre otros.

proyecto hasta su cierre, con la finalidad de identificar y eliminar las causas que podrían originar no conformidades por parte de la supervisión<sup>10</sup>.

La calidad como hemos mencionado con anterioridad es un área estándar que no debiera ser manipulable, pero se presentan casos en donde se afecta a la calidad para mejorarla, caso que sería un efecto directo del cambio a implementar, pero un efecto indirecto sería que, a raíz del cambio a implementar, como pudiera ser el de acortar el tiempo de ejecución del proyecto, el ejecutor caiga en la filosofía de cortar esquinas (término utilizado para describir como el ejecutor por presiones de contratación decide reducir la calidad de sus trabajos para ahorrar costo y tiempo) y la calidad puede verse bastante afectada.

#### 2.2.4 Justificación e importancia del sistema de cambios

- **Parte del sistema de control del proyecto** El sistema de administración de cambios, actúa como un aseguramiento de la efectividad de la línea base del proyecto, ya que en el sistema de administración de los cambios se registra el cambio y se replantea la línea base con la cual se compara el desempeño de la ejecución del proyecto y por ende, con la que al final se evalúa la terminación del mismo.
- **Sistema previsor de cambios** El sistema de administración de cambios tiene como primer objetivo, prevenir que ocurran estos cambios, atendiendo las recomendaciones de realizar el estudio de constructibilidad previo a la ejecución y concientizar el valor que esto tiene para beneficios de ahorro en el proyecto. Enfatizar la importancia de la planeación.
- **Conciliador en la relación dueño-constructor** Llevar de forma ordenada y conciliada los cambios del proyecto nos ayuda tener una relación más sana entre el dueño y el ejecutor por la claridad de los términos y el no caer en malos entendidos

---

<sup>10</sup> Las no conformidades dentro de la obra pública hace referencia a aquellos trabajos que no cumplen con los alcances establecidos en la definición de los precios unitarios, por lo que la supervisión encargada de los trabajos puede desde ordenar la reparación, sustitución o adición de ciertos elementos, hasta la demolición de los mismos.

### 2.2.5 El proceso de gestión del cambio

El sistema de administración de cambios durante la ejecución del proyecto, es parte de un sistema integral de control, y requiere que este exista para poder funcionar. Así también el sistema de control necesita de un sistema de administración de cambios para que pueda ser eficiente. El sistema de administración de los cambios, como parte del sistema de control, se puede considerar una tarea de la que debe de ser responsable el administrador de proyectos con la ayuda de los integrantes de su equipo y cada participante del proyecto llámese dependencia, empresa de diseño, gerencia, o constructor asumirá el rol que le corresponda dentro del sistema. El sistema de administración de cambios, es un sistema que se emplea bajo cualquier modelo de contrato, aunque en México aplica mayormente en los contratos a precios unitarios<sup>11</sup>.

El sistema de administración de cambios al igual que el sistema de control integral de proyectos, se debe de llevar en relación a los objetivos y cualidades expresadas en los contratos, de acuerdo a las cláusulas donde se expresa lo que es considerado como aditiva, deductiva y en caso de conceptos nuevos explicar el criterio a seguir para implementarlos y cobrarlos. La administración de los cambios debe ser proactiva, la cual debe incluir las siguientes actividades Sanguera [26]:

1. Identificar un cambio que ha ocurrido y recibir una solicitud de cambio.
2. Dependiendo del proyecto y de la eficiencia de la organización, las autoridades que están en capacidad de aceptar o rechazar cambios podrían ser el administrador del proyecto, el cliente, o incluso un comité especial<sup>12</sup>.
3. Monitorear y controlar el flujo de cambios aprobados, lo cual incluye:
  - Asegurarse de si serán implementados.
  - Mantener la integridad de la línea base original del proyecto (programa, presupuesto y alcance) debido a la incorporación de los cambios aprobados.
  - Coordinar los cambios y sus impactos a través de la actualización de la documentación afectada.

---

<sup>11</sup> Es muy recomendable hacer uso del sistema de gestión de cambios por igual en los demás tipos de contratación, ya que de esta forma se le puede dar seguimiento a cambios no considerados y así poder hacer uso de un reclamo en caso necesario.

<sup>12</sup> Para el caso de la obra pública en México, estos personajes hacen referencia al superintendente, a la dependencia o entidad, a la supervisión y en su caso a la Secretaria de la Función Pública.

4. Controlar la calidad del proyecto.
5. Asegurar de que sólo los cambios aceptados se ejecuten.

### **2.2.6 Uso de las lecciones aprendidas**

“ Una de las funciones principales de todo superintendente con respaldo del gerente de proyecto es documentar todo aquello que ocurre durante el transcurso del mismo, pero normalmente es durante la fase final de este cuando se elaboran o se deben elaborar con todo detalle los informes de evaluación, incluyendo todos los detalles sobre cómo ha ido: problemas encontrados, soluciones utilizadas, decisiones tomadas, etc, de modo que un equipo totalmente diferente pueda utilizarlos posteriormente si se diera la necesidad de ejecutar algo parecido”, Heldman[9].

### **Procedimiento**

Conjuntamente a los informes de evaluación final ya mencionados, también es importante dedicar algún tiempo a escribir lo que se conoce como el Informe de Lecciones Aprendidas, para que, tanto nosotros como los nuevos colaboradores, podamos aprender de los errores cometidos. El error más usual es realizarlo varias semanas después de que todo haya concluido y hablar con el equipo para analizar los aspectos que salieron mal ya que siempre habrá cosas que no habrán salido conforme a lo planeado. En ese momento, como el proyecto ya ha terminado, la mayoría de los problemas se han olvidado y solucionado, por lo que el informe no los reflejará tan detalladamente, y no servirán tanto para futuros proyectos<sup>13</sup>. Una vez finalizado el proyecto, podremos recopilar mucha más información revisando nuestro cuaderno y hablando con nuestro equipo, y nuestro informe será mucho más completo y útil.

Estas “Lecciones Aprendidas” son un valioso recurso que debe incluir todo aquello que consideres que puede ser de utilidad para el futuro, si tuvieras que volver a hacer el proyecto de nuevo. El resumen de lecciones aprendidas es tan importante como cualquier otro documento oficial del proyecto que acabes de terminar, porque de este depende la mejora de los procesos, procedimientos, soluciones y decisiones que no tuvieron el resultado que se esperó de ellas.

---

<sup>13</sup> Una buena costumbre es llevar siempre un cuaderno de seguimiento, e ir anotando todo lo que no sale de acuerdo a lo previsto, y cuáles son las consecuencias y soluciones que se han ido encontrando.



## 2.3 Conflictos dentro de la ejecución del proyecto

La industria de la construcción cubre un complejo campo de actividades que involucra muchas capacidades operativas y condiciones las cuales varían constantemente de un proyecto a otro. “Desde el sitio y las condiciones climáticas, condiciones de mercado, características del proyecto y disponibilidad de recursos son algunas de las variables, cada una de las cuales pueden tener un efecto significativo en la operación del contrato”, Seeley [30].

### 2.3.1 Conflictos generados por el dueño y el contratista

“A fin de conocer los problemas que aquejan a la obra, siempre es bueno saber las relaciones de los contratistas tanto con la supervisión como con el residente de obra o demás entidades que intervienen o afectan en la obra”, Olgún [20]. He aquí algunas de las causas que originan malos entendidos y que por lo tanto provocan disputas y demandas, Levy [14]:

- Planos y especificaciones con errores, omisiones y ambigüedades o la inexistencia de una coordinación adecuada.
- Respuestas incompletas e inexactas o la falta de respuesta a preguntas o resolución de problemas que haya presentado una de la partes.
- Deficiente cumplimiento de sus responsabilidades por parte de la dependencia, de la supervisión, el contratista e incluso de las empresas subcontratistas.
- Renuencia o incapacidad de cumplir con el propósito del contrato o de aceptar las normas de la industria en la realización del proyecto.
- Condiciones del lugar de la construcción que difieren materialmente de las descritas en los documentos del contrato.
- Trabajos adicionales realizados por órdenes de cambio.
- Interrupciones, retrasos o aceleración de la obra que se desvían de la secuencia normal previamente establecida.
- Insuficiente capacidad financiera por parte de la dependencia, del contratista o del subcontratista.

## Funciones de la Residencia, de la Supervisión y de la Contratista

De acuerdo al Reglamento de la Ley de Obras Públicas y Servicios Relacionados con las Mismas en sus artículos 113, 115 y 117 [29], las funciones del residente de obra, el supervisor y el superintendente general de obra están muy bien definidas; sin embargo, más de uno tiene pocos conocimientos acerca del papel que debe tener o ejercer en la obra. La máxima autoridad dentro de la obra pública la tiene el residente de obra, que por el artículo 112 del RLOPSRM [28] es la representación de la dependencia o entidad en la obra.

El artículo 113 del RLOPSRM [29] hace un listado de las funciones de la residencia de obra, que como se puede apreciar cuenta con mucha autoridad sobre aspectos relacionados con la supervisión y la contratista, lo que hace que tome decisiones en ocasiones apresuradas o fuera de tiempo que repercuten la mayoría de las veces en el contratista<sup>14</sup>.

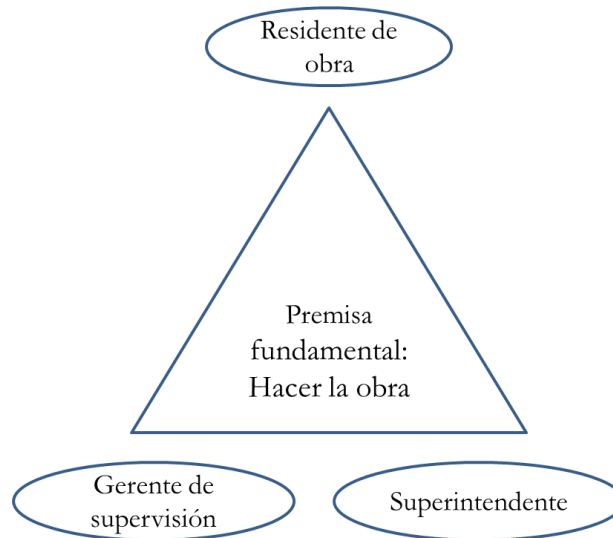


Figura 2. 4 Principales actores dentro de la obra pública. Elaboración propia

## La importancia de la bitácora

La bitácora de obra existe por una razón muy sencilla que se puede resumir de la siguiente manera: “En conjunto todos los técnicos que intervienen directa o indirectamente en la ejecución de los procesos constructivos, no son capaces de representar en planos, especificaciones, programas y presupuestos, lo que será la obra terminada. Al no ser capaces de prever en papel lo que habrá de resultar una vez construido, se ve en la necesidad de acompañar al contrato con una

<sup>14</sup> A este tipo de decisión imperativa se le conoce como Orden unilateral, que más allá de ser positiva, le trae al contratista muchos problemas.

serie de documentos técnicos que de antemano se sabe que contienen inexactitudes, insuficiencias y carencias, con tal frecuencia y de tal magnitud que acabarían por anular el contrato, si no existiera un conducto legal que permite, durante el desarrollo de los trabajos, controlar y modificar lo establecido inicialmente para ajustarlo a la realidad. Este conducto legal es precisamente la bitácora de obra”. Perusquia [24]

Como el contrato que establece el pacto entre las partes, una que tiene la responsabilidad de realizar el trabajo y otra que lo ordena y se compromete a pagar por la construcción, la bitácora de obra finca también la razón de su existencia en la necesaria intervención de los representantes de ambas partes que, por este conducto, se comunican en forma oficial y legal en todo lo que afecte al desarrollo de la obra y proceda para salvaguardar los intereses encomendados. El supervisor de obra, como representante del contratante, se vale de la bitácora para ordenar la obra, regular su desarrollo y ejercer el control de la misma. La bitácora, como instrumento de control, fue concebida pensando en el supervisor<sup>15</sup>.

Para el superintendente de obra, poderhabiente del contratista, la bitácora debe servir para protegerse de órdenes verbales que con frecuencia se desconocen a la hora de presentar su costo al cobro. También le es útil para exigir los elementos que le sean indispensables para realizar la construcción y que el contratante tiene obligación de proporcionar, y usará la bitácora para inconformarse cuando no esté de acuerdo con lo que se le ordena, siempre y cuando tenga motivos debidamente fundamentados.

De acuerdo con todo lo anterior y considerando las nuevas tendencias dentro de la gerencia de proyectos, se propone un diagrama para la ejecución de proyectos de obra pública en el cual tienen cabida algunos elementos que en el pasado no se les contemplaba con la importancia debida que tienen en estos tiempos, ver figura 2.5. Estos elementos son los siguientes:

- La Secretaría de la Función Pública
- Los despachos de diseño
- El gerente de proyecto

---

<sup>15</sup> En la normatividad vigente, estas son funciones actuales de la Residencia de obra y la supervisión hace el papel de staff para la correcta toma de decisiones.

La Secretaria de la Función Pública tiene como misión el verificar que los recursos destinados a la dependencia sean utilizados de la mejor manera, así como también vigilar que la obra pública se ejecute de acuerdo dentro de lo que marca la normatividad vigente. Este nuevo enfoque propone que los auditores tengan una comunicación constante con la residente y con el superintendente a fin de minimizar algún tipo de problema que pueda surgir entre los dos anteriores; esto sin duda ayudará a eliminar cualquier tipo de disputa o reclamo que pudiera surgir durante el proyecto. El despacho de diseño tiene mucha importancia hoy en día debido a que muchos de los cambios de proyecto se deben principalmente a errores y omisiones en el diseño que no detecta el residente y no informa oportunamente al superintendente; es por esto que dicho despacho debe mantener comunicación directa tanto con el residente como con el superintendente durante toda la ejecución del proyecto.

Por último, las funciones del gerente de proyecto cobran mucha importancia ya que sirve como staff para el superintendente en lo relativo al control del proyecto, es decir, que mantendrá informado al superintendente en todo momento sobre la evolución del proyecto en lo relativo a avances, costos, índices de desempeño y de pronósticos para la finalización del proyecto; de igual manera asesorará al superintendente en cuanto a la gestión de los cambios y a posibles reclamos a lo largo del proyecto.

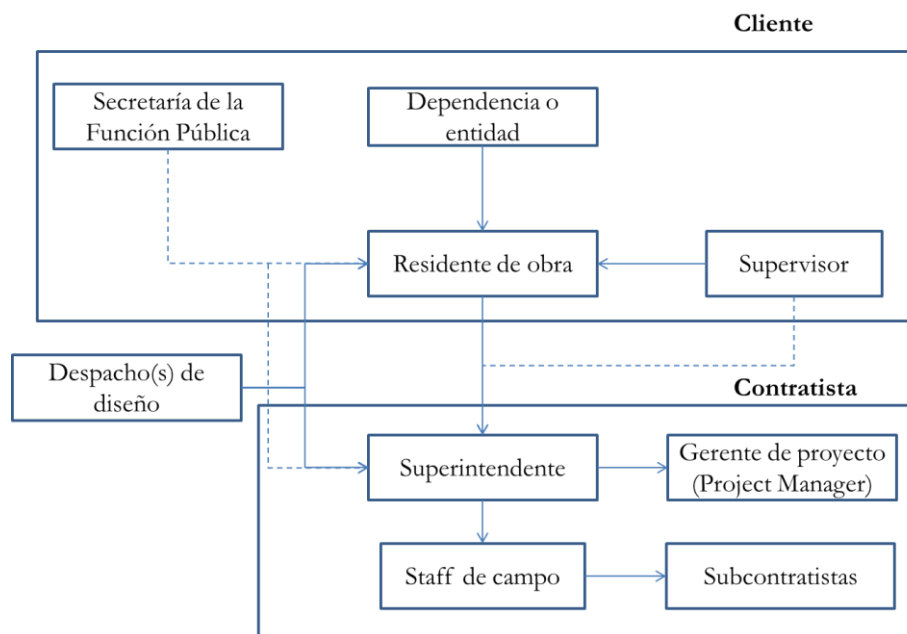


Figura 2. 5 Diagrama propuesto durante la ejecución obra pública

### 2.3.2 Disputas concernientes a la interpretación de los contratos

Con mucha frecuencia los documentos contractuales contienen ambigüedades que por lo regular se resuelven cuando las partes adoptan una actitud razonable, Levy [14]. Esta no prevalece algunas veces y entonces se opta por una actitud intransigente al interpretar la extensión del proyecto. “No se dispone tampoco de procedimientos oficiales para interpretarlos<sup>16</sup>, de modo que cada caso es especial”, Guido & Clements [5].

#### El caso Spearin

Spearin fue un contratista que se le encomendó construir el proyecto de un dique por la armada de Estados Unidos; incluía reemplazar una sección de seis pies de tubo de albañal de lluvia y así lo hicieron. La tubería resultó inadecuada para transportar el volumen de la afluencia de agua y la presión interna la rompió. La armada consideró responsable a Spearin y le ordenó reemplazarla. Él se negó y la demanda se llevó a la suprema corte. De esta forma nació la doctrina Spearin que establece lo siguiente:

*“Si el contratista está obligado a construir según los planos y las especificaciones, no será responsable de las consecuencias que causen los defectos de los planos y especificaciones. La responsabilidad del propietario no desaparece por las cláusulas habituales que exigen a los contratistas visitar el lugar de la construcción, revisar los planos y conocer personalmente las condiciones de obra”.*

A resumidas cuentas lo que nos quiere decir Spearin es que la revisión que hace el contratista la hace como mero constructor y no como un "profesional de diseño"; no obstante, conviene conocer la doctrina Spearin cuando se examina un problema que incluya defectos de los planos y las especificaciones, Levy [14].

### 2.3.3 Condiciones que cambian y dan origen a reclamos

Este tipo de problemas suele retrasar mucho el proceso de la construcción; el impacto de los retrasos casi siempre se parece mucho al de otras interrupciones de la secuencia planeada del proyecto. El impacto del cambio de las condiciones que causan retrasos incorporan los siguientes costos, Levy [14]:

---

<sup>16</sup> En estos casos se presenta la confusión de saber a qué documentos darle más prioridad y también si se les da más prioridad a las especificaciones que a los planos en su totalidad.

- **Costos directos** Materiales, mano de obra y equipo utilizado en el trabajo.
- **Costos relacionados con el clima** Cuando labores sensibles al clima deban efectuarse en condiciones que no previeron en el programa inicial<sup>17</sup>.
- **Costos de aceleración** Para cumplir rigurosamente con el programa original, tal vez haya que acelerar el ciclo de construcción, y pagar por ende los costos que ellos supone<sup>18</sup>.
- **Equipo ocioso** El equipo del proyecto relacionado con el trabajo retrasado permanecerá ocioso durante ese periodo.
- **Gastos de la oficina de campo** Como el proyecto se retrasará es preciso mantener los costos adicionales de alquiler, servicios públicos y personal de campo.
- **Gastos de la oficina central** Los que se asignan para administrar el proyecto retrasado no serán absorbidos.
- **Pérdida de la productividad** Cuando se prolongan los periodos de horas extras disminuye de modo drástico la productividad de los empleados y se requieren de más horas de trabajo para terminar la obra.

### Condiciones del subsuelo

Los problemas relacionados con el lugar de la construcción originan muchas disputas. Tanto el contratista como el supervisor y el residente no son adivinos, Olguín [20]; por eso, aunque se practiquen numerosos sondeos de prueba e investigaciones geotécnicas, las condiciones descubiertas durante las excavaciones tal vez sean distintas a las que aparecen en el catálogo original contratado. Los sondeos muestran con gran precisión los estratos del subsuelo en el sitio exacto donde se toman.

Hoy en día una buena alternativa para evitar la incertidumbre en esta etapa tan importante de los proyectos de construcción es someter dicha partida a un análisis de riesgo. Este método es de gran ayuda ya que en caso de algún imprevisto, se puede contar con un fondo de contingencia que nos ayude a suavizar el impacto en el costo y en el tiempo.

---

<sup>17</sup> Son costos que requieren trabajo, materiales y equipo adicional, según lo requieran las exigencias estacionales.

<sup>18</sup> Pagos de horas extras, la extensión del horario de trabajo, más materiales, equipo y otros rubros.

### **2.3.4 Reclamos por concepto de aceleración**

Los atrasos tienen gran influencia en los proyectos de hoy en día, esos atrasos causan generalmente aceleración y extensión del tiempo de los proyectos. Según Levy [14], el término legal de aceleración debe formar parte del vocabulario de los directores de proyecto.

Cuando un propietario se da cuenta de que la obra se ha retrasado y que se alargará la fecha de terminación y, no obstante, insiste con la contratista para que cumpla con el plazo original, se dice que estas instrucciones son una exigencia de aceleración.

Hay dos tipos de aceleración: la real y la constructiva. La primera ocurre cuando el propietario le exige al contratista concluir el proyecto antes de la fecha contenida en el contrato. La segunda ocurre cuando el contratista se atrasa por alguna acción u omisión del propietario o del proyectista, normalmente por una orden de cambio o por el retraso con que el propietario o el diseñador llegan a una decisión sobre alguna cuestión que les haya planteado y que se relaciona con el tiempo y con los costos. Es decir, se han presentado atrasos justificados los cuales el cliente no reconoce.

### **2.3.5 Reclamos generados por conceptos extraordinarios**

“No hay obras sin trabajos extraordinarios y el cliente o la dependencia debe ser advertida de inmediato, tanto por el supervisor como por el contratista”, Twort [32]. Esto se motiva porque hay cambios de especificaciones, cambios en el proyecto, cambios en los equipos de proceso, etc., y en general esto se prevé financieramente con un fondo adicional del quince al veinticinco por ciento del monto del importe del contrato, Harrison[7]. Los precios extraordinarios generan muchos problemas, pero en general se llevan a cabo cuando:

- A un concepto hay que cambiarle la especificación.
- Durante la construcción aparecen los conceptos nuevos que no se incluyeron en el catálogo original, esto debido a los constantes cambios en los proyectos.
- Se requiere ejecutar volúmenes mayores que los que se calcularon para el presupuesto original.
- Se requiere acelerar la marcha de la obra estando en programa o en tiempo.
- Se tiene que parar la obra por causas no imputables al contratista.
- Se tiene que reiniciar una obra parada.

## CAPÍTULO 3

### 3. METODOLOGIA

#### 3.1 Preliminares

Para desarrollar la metodología a seguir en el presente trabajo, se revisaron y tomaron como guía algunos procedimientos seguidos en trabajos similares al que aquí se aborda, pero teniendo siempre en cuenta los objetivos particulares que se trazaron inicialmente para esta investigación; los cuales fueron afortunadamente alcanzados con la secuencia de actividades que se propuso.

Existen básicamente dos tipos de entrevistas, la estructurada y la no estructurada. La primera “lleva un cuestionario en el que las palabras y su secuencia son fijas; la razón de estructurar la entrevista es que si ocurre cualquier variación se considere en el entrevistado”, Mohammad [16]. La segunda “se lleva a cabo con entrevistados que han tenido una experiencia particular respecto al tema de estudio, se refiere a situaciones analizadas previamente, procede sobre la base de una guía de entrevista y especificación de temas relacionados con las hipótesis de investigación, está enfocada a las experiencias subjetivas consideradas en las situaciones en estudio”, Mohammad [16].

Para el caso que nos ocupa, se seleccionó una entrevista personal estructurada, es decir, una entrevista cara a cara, en donde el entrevistador pregunta al entrevistado y recibe de éste las respuestas pertinentes a las hipótesis de la investigación.

Los cuestionarios en el proceso de investigación son una práctica común socorrida por los investigadores. En México, muchos cuestionarios se realizan sin una fundamentación teórica que los respalde y su formulación es, en muchas ocasiones, deficiente a tal grado que los profesionales rehúsan responderlo, sobre todo si son cuestionarios presentados en más de una página y si requieren que los sujetos reflexionen antes de emitir alguna respuesta. Sin embargo, no cabe duda que el cuestionario es muy utilizado en México por investigadores así como por estudiantes que desean obtener algún título a través de un trabajo de investigación.



R. Hernández[10], en su libro Metodología de la investigación, establece que: “Los criterios que norman la redacción de las preguntas han sido desarrollados en base a la experiencia y la investigación”. Por lo tanto, no existe una metodología específica para la redacción de los cuestionarios, sino criterios generales a seguir. Para la elaboración del cuestionario se tomaron en cuenta los criterios que Hernández describe en su libro.

A continuación se enumeran algunos de los más adecuados y se da una breve explicación de ellos.

#### **¿Se relaciona la pregunta con el problema y con los objetivos de la investigación?**

Exceptuando las preguntas de la introducción, todos los reactivos de un cuestionario deben tener alguna función en el problema bajo investigación. Esto significa que cada uno se propone recabar datos que sirvan para comprobar las hipótesis planteadas.

#### **¿Es correcto e idóneo el tipo de pregunta?**

Hay información que se obtiene mejor con las preguntas abiertas, tal como: causas del comportamiento, intenciones y actitudes (por qué, como, para qué etc). En cambio, otras se obtienen más fácilmente con preguntas estandarizadas. Sería una pérdida de tiempo usar una pregunta abierta cuando se quiere conocer la preferencia del entrevistado entre alternativas limitadas, ya que éstas generalmente se pueden expresar con mayor claridad.

#### **¿Es la pregunta clara y correcta?**

Una afirmación o reactivo ambiguo es aquel que permite o sugiere interpretaciones alternativas y que pueden dar origen a respuestas distintas. Por ejemplo, las llamadas preguntas dobles son ambiguas porque suministran dos o más marcos de referencia.

#### **¿Requiere la pregunta conocimientos e información de los que carece el sujeto?**

A fin de contrarrestar la invalidez de la respuesta debida a la falta de información, conviene utilizar preguntas que revelen los conocimientos del sujeto.

**¿Exige la pregunta información personal o confidencial que el sujeto se resista a contestar?**

Se necesitan técnicas especiales para obtener información de carácter personal, delicada o controvertida. Las preguntas referentes al ingreso y a otros asuntos personales han de formularse ya avanzada la entrevista, después de haber roto “el hielo”. Cuando se interroga sobre un aspecto reprobado por la sociedad, es necesario hacer ver que las personas tienen distintas opiniones al respecto. No se debe provocar que el respondiente llegue a condenarse a sí mismo o se sienta mal.

**¿Está la pregunta impregnada de aceptabilidad social?**

La gente tiende a dar respuestas que gozan del consejo social, respuestas que indican o suponen la aceptación de cosas o acciones que suelen considerarse buenas.

Cuando la entrevista se acompaña de un programa adecuado, cuyo valor ya se demostró en pruebas preliminares, es un instrumento poderoso en la investigación y produce datos que ningún otro método puede aportar.

Como se mencionó anteriormente, para el diseño del cuestionario empleado en la investigación de campo de este trabajo, se tomaron en cuenta las normas descritas lo más apegadamente posible. Dicho cuestionario se da completo en el apéndice de la tesis.

**3.1.1 Ventajas de la encuesta**

Permite interactuar de manera directa con el entrevistado y facilita con ellos la aclaración de las dudas que surgen al momento de realizar la entrevista. Además pueden verse las reacciones de la persona entrevistada al responder a cada una de las preguntas, reacciones que si se interpretan correctamente pueden dar una idea de la veracidad de sus palabras. Finalmente se puede agregar que hay un mayor control sobre el entrevistado, lo que ayuda, en muchos casos, a obtener información profunda y detallada.

### **3.1.2 Desventajas de la encuesta**

El entrevistado puede no dar respuestas exactas o reales si tiene la creencia de que la información que proporcione no será debidamente protegida o sencillamente éste no gusta de hablar con extraños de asuntos que se consideran confidenciales. Una desventaja más es que no es posible entrevistar a más de una persona al mismo tiempo.

## **3.2 Datos generales**

### **3.2.1 Unidad de análisis**

Empresas constructoras catalogadas como PYMES que ejecutan obra pública federal en el Distrito Federal.

### **3.2.2 Población**

De acuerdo al padrón de empresas constructoras afiliadas a la Cámara Mexicana de la Industria de la Construcción para el Distrito Federal que licitan mayormente mediante obra pública federal y se encuentran catalogadas dentro de estas cuatro áreas de acuerdo a su giro: Infraestructura vial, Obras para servicios educativos, Obras para los servicios de salud y obras hidráulicas. Para el año 2010 esta población estuvo conformada por 64 empresas.

### **3.2.3 Muestra**

El tamaño de la muestra se calculó tomando en cuenta la totalidad de la población, el tiempo del que se dispuso para llevar a término esta investigación y los recursos con los que se contó para la misma. El procedimiento para determinar la muestra y el cálculo de su tamaño se relatan en las páginas siguientes.

### **3.3 Procedimiento**

#### **3.3.1 Actividades fundamentales**

1. Revisión bibliográfica referente a la gestión de los cambios, las particularidades de los contratos a precios unitarios y la solución de conflictos; para la elaboración de la propuesta del sistema de gestión de cambios.
2. Elaboración del cuestionario que será aplicado a los constructores con el fin de determinar las necesidades y requerimientos para mejorar su desempeño ante los cambios durante la ejecución de un proyecto de construcción.
3. Aplicación de la encuesta piloto.
4. Detección de deficiencias y ajustes al cuestionario.
5. Aplicación definitiva de la encuesta.
6. Análisis e interpretación de los resultados para la preparación del modelo.
7. Desarrollo de la propuesta del sistema referido, a través de diagramas de flujo y de los apoyos necesarios.
8. Planteamiento de conclusiones y recomendaciones finales.

### **3.4 Investigación de campo**

En este apartado se presentan las razones por las cuales se optó por la realización de entrevistas personales para la obtención de los datos de campo; se mencionan también los pasos que se consideraron necesarios para diseñar, afinar y aplicar exitosamente el instrumento de medición propuesto, que en cada caso fue una encuesta.

#### **3.4.1 Instrumentos**

“La razón primordial de la aplicación del instrumento en cuestión, fue la de constituir una fuente de datos primarios donde el entrevistador obtiene directamente la información y puede aclarar dudas inmediatamente mediante una adecuada retroalimentación, observa las reacciones del entrevistado al responder a las preguntas y puede manipular más conveniente los datos”, Mohammad [16].

### 3.4.2 Encuesta

#### Pasos de la encuesta

1. Diseño del cuestionario
2. Realización de la prueba piloto
3. Aplicación del cuestionario
4. Análisis detallado de los resultados de la encuesta
5. Interpretación de los resultados de la encuesta

### 3.4.3 Diseño del cuestionario

Se consultó la literatura relacionada con la gestión del cambio y sobre la solución de conflictos y reclamos dentro de la ejecución de los proyectos de construcción para obtener datos relevantes para el diseño del cuestionario ver figura 3.1. Posteriormente se inició la elaboración de un diagrama de árbol que abarcase todo lo referente al control de los cambios y a los conflictos originados por los mismos; este es un paso necesario para no omitir ningún concepto de interés a la hora de elaborar las preguntas.

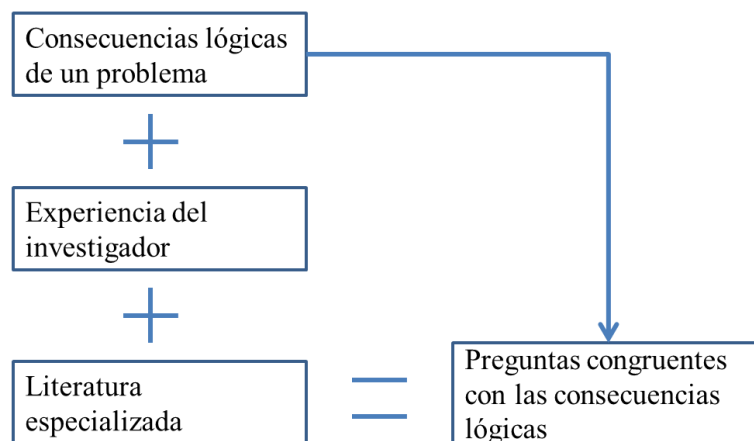


Figura 3. 1 Preparación del cuestionario. Hernández [10]

## Contenido

El modelo de cuestionario se encuentra en el primer apartado del apéndice de la presente tesis y está dividido en seis secciones. La primera sección hace referencia a la presentación, a las instrucciones y las definiciones de lo que se pretende buscar en la investigación. La segunda parte trata de la información general de la persona entrevistada que en sí se centra a las particularidades de la empresa. La tercera parte se enfoca al desempeño y experiencia que ha tenido la empresa en la obra pública; La cuarta sección se adentra en analizar cuáles han sido las posibles causas que han provocado cambios en el proyecto; La sección cinco muestra los posibles efectos que traen consigo los cambios, y la sección seis nos indica algunos procedimientos que se hacen para contrarrestar los efectos de los cambios.

### 3.4.4 Muestra

De manera simultánea a la realización del cuestionario se determinó el tamaño de la muestra. Para ello se consultó el portal web del Sistema de información empresarial de México (SIEM), en donde vienen registradas las empresas que están afiliadas a la Cámara Mexicana de la Industria de la Construcción en el Distrito Federal para el año 2010; se buscó con ello determinar el número total de empresas que conformarían la población a estudiar. En general para determinar la muestra se consideraron dos pasos:

- I. Conocer la magnitud de la población con base en el padrón de empresas constructoras afiliadas a la CMIC del Distrito Federal que ejecuten obra pública en las áreas de:
  - Infraestructura vial
  - Obras para los servicios educativos
  - Obras para los servicios de salud
  - Obras de servicio hidráulicas
  
- II. Conociendo el total de empresas en la población se procedió al cálculo de la muestra representativa.

## **Cálculo del tamaño de la muestra**

Es bien sabido que cuando se requieren lograr resultados con menos incertidumbre y más certeza, se procede a tomar muestras de gran tamaño o a emplear instrumentos de medición más confiables; mas en el caso particular de este trabajo y en general, el proceder de esa forma implica cantidades importantes de recursos (Tiempo y dinero). Por otro lado, no es conveniente tomar muestras demasiadas pequeñas porque pueden éstas no ser representativas de la población y conducir a generalizaciones erróneas, sin un verdadero valor.

Dicho lo anterior, el problema se reduce a calcular un tamaño de muestra lo más exacto posible para que permita al final, hacer consideraciones poblacionales precisas y útiles. Esto último se logró mediante la aplicación de la teoría elemental del muestreo y el uso del Software STATS<sup>1</sup>

De acuerdo a la información consultada en el portal web del Sistema de información empresarial de México (SIEM), se generó un listado de las empresas constructoras que licitan obra pública bajo los siguientes criterios de búsqueda:

**Estado** Distrito Federal.

**Sector** Industria.

**Actividad** Construcción.

**Tamaño** 11 a 250 empleados (Considerando el sujeto de estudio que son las Pymes).

**Rango de ventas** 50 a 200 millones por año.

**Cámara a la que se registra** Cámara Mexicana de la Industria de la Construcción.

---

<sup>1</sup> El STATS sirve para el acceso, gestión, preparación y análisis de datos, así como para la presentación de informes de resultados mediante gráficas y tablas en alta resolución, las cuales pueden ser guardadas e impresas.

Para los criterios de búsqueda anteriores nos arrojó una cantidad de 182 empresas constructoras de las cuales solo 64 de ellas cumplieron con las especificaciones y alcances de la presente investigación; por lo que esas 64 empresas conformaron nuestra población a estudiar. Las 64 empresas se catalogaron y distribuyeron de la siguiente manera:

- Infraestructura vial
- Obras para los servicios educativos
- Obras para los servicios de salud
- Obras para los servicios hidráulicos

Debido a este tipo de categorización, se realizó una muestra probabilista estratificada. El programa STATS v2.0 de acuerdo a la información mostrada en la parte izquierda como se puede ejemplificar en la figura 3.2, arrojó un total de 18 elementos como muestra representativa; aplicando la siguiente fórmula para un muestreo estratificado con asignación proporcional:

$$ksh = \frac{n}{N}$$

The screenshot shows the 'Sample Size Determination' window of the Decision Analyst STATS v2.0 software. The window is titled 'Decision Analyst STATS™ 2.0' and has a subtitle 'Sample Size Determination (Sample Size for Population Percentage Estimates)'. It features a calculator icon. The interface is divided into two main sections: 'Inputs' and 'Results'. In the 'Inputs' section, the 'Universe Size' is set to 64, the 'Maximum Acceptable Percentage Points of Error' is 10%, the 'Estimated Percentage Level' is 10% or 90%, and the 'Desired Confidence Level' is 90%. The 'Results' section shows 'The Sample Size Should Be...' with the value 18. At the bottom, there are three buttons: 'Calculate', 'Reset', and 'Exit'. The Decision Analyst logo and tagline 'The global leader in analytical research systems' are also visible.

Figura 3. 2 Cálculo de la muestra utilizando STATS v.2.0



Aplicando la fórmula de la siguiente manera:

$$ksh = \frac{n}{N} = \frac{18}{64} = 0.28125$$

Nos da un factor igual a 0.28 (redondeado), el cual será afectado a cada sub-muestra y para lo cual se construyó la tabla para conocer el número de muestras por cada una de las diferentes sub-muestras, ver tabla 3.1.

**Tabla 3. 1 Muestreo estratificado para cada giro en particular**

<b>Estrato por giro</b>	<b>Giro de la empresa</b>	<b>Total de la población</b>	<b>Muestra</b>
<b>1</b>	Infraestructura vial	15	4
<b>2</b>	Obras para los servicios educativos	22	6
<b>3</b>	Obras para los servicios de salud	17	5
<b>4</b>	Obras para los servicios hidráulicos	10	3
<b>Total</b>		64	18

### **Procedimiento para la selección de la muestra**

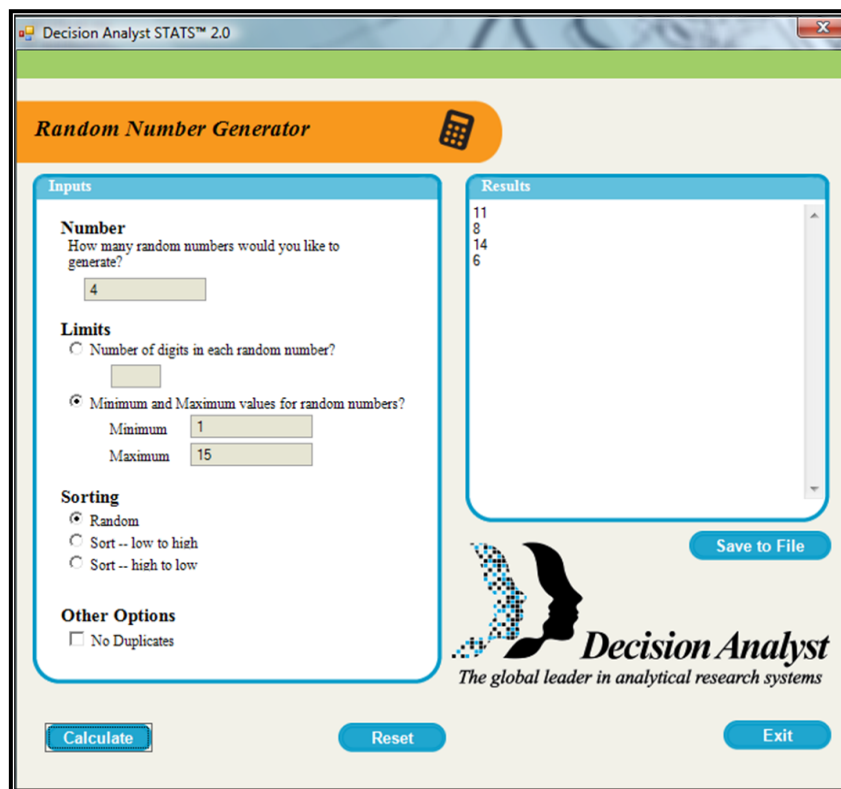
La siguiente etapa consistió en llevar acabo la selección de la muestra, ya que las unidades de análisis o los elementos muestrales se eligen siempre aleatoriamente para asegurarnos de que cada elemento tenga la misma probabilidad de ser elegido. Se utilizan básicamente tres procedimientos de selección:

1. Tómbola
2. Números aleatorios o Random
3. Uso del software STATS

Como ejemplo del primer caso, observamos la figura 3.3. El primer paso que se hizo para tener una selección aleatoria fue hacer un listado de las empresas constructoras del 1 al 15 (Infraestructura vial); con esto y con la ayuda del programa se logró tener las 4 muestras representativas que se encuentran en la tabla. Así sucesivamente se continuó con cada caso hasta completar la tabla 3.2 y así poder concluir la parte metodológica e iniciar en forma a la aplicación de los cuestionarios.

**Tabla 3.2 Cálculo de los números aleatorios de acuerdo a la sub muestra**

Empresas constructoras del giro	Total de la población	Muestra estratificada	Números aleatorios
Infraestructura vial	15	4	6,8,11 y 14
Obras para los servicios educativos	22	6	4,6,9,10,16 y 19
Obras para los servicios de salud	17	5	1,2,3,8 y 17
Obras para los servicios hidráulicos	10	3	5,7,8
<b>Total</b>	<b>64</b>	<b>18</b>	



**Figura 3.3 Cálculo de números aleatorios para la sub muestra utilizando STATS v.2.0**

### **3.4.5 Aplicación de la encuesta**

En el total de empresas a estudiar se incluyeron cuatro de las abordadas en la prueba piloto y las que restaban se escogieron al azar como ya se había mencionado. Para obtener las entrevistas correspondientes se hicieron citas previas para garantizar que en el día y hora se encuentren disponibles los jefes del departamento de costos o de control en su caso. Cabe mencionar que desgraciadamente no en todos los casos se pudieron realizar las entrevistas personalmente, ya que de entrada la mayoría no confirmaba las citas por lo que se podía deducir que no tenían interés alguno en colaborar en la investigación. Debido a esto, se tuvieron que enviar los cuestionarios por vía electrónica; sabiendo de antemano que en igual forma, muchos de ellos no regresarían el cuestionario.

Para el caso de las entrevistas personales, la forma de entrevistar consistió en la presentación del entrevistador, de manera personal y a través de una carta proporcionada por el departamento de construcción de la Facultad de Ingeniería de la UNAM; posteriormente a la lectura de la carta por parte del entrevistado y con la aprobación del mismo, se le proporcionaba una copia del cuestionario que debía contestar guiándose por sí solo, mientras el entrevistador contaba también con una copia que se utilizaba a la hora de aclarar algunas dudas de quien contestaba.

Esta manera de proceder hizo que las cosas fluyeran con rapidez y se evitara el cansancio o aburrimiento al contestar. Los ingenieros que fueron entrevistados atendieron amablemente y se mostraron cooperativos con el estudio. El tiempo total que se empleó para esta etapa de la investigación fue de 6 semanas para las 18 empresas.

### **3.5 Procedimiento para el análisis de los resultados**

Antes de realizar el análisis propiamente dicho, se llevó a cabo la recolección de datos proveniente de los cuestionarios. Para esto se muestra la figura 3.4 donde se pueden ver los pasos que fueron necesarios para la creación de una base de datos con la cual ya la información recogida queda prácticamente lista para su respectivo análisis y discusión.

Para la presentación de los resultados logrados se analizó cada pregunta y el número de entrevistados que optaron por cada opción de respuesta correspondiente a dicho reactivo. Con ello se obtuvieron porcentajes y se elaboraron gráficas para facilitar el análisis de los datos. En el capítulo 4 se presentan, a manera de resumen, los datos obtenidos y un análisis detallado de los mismos.

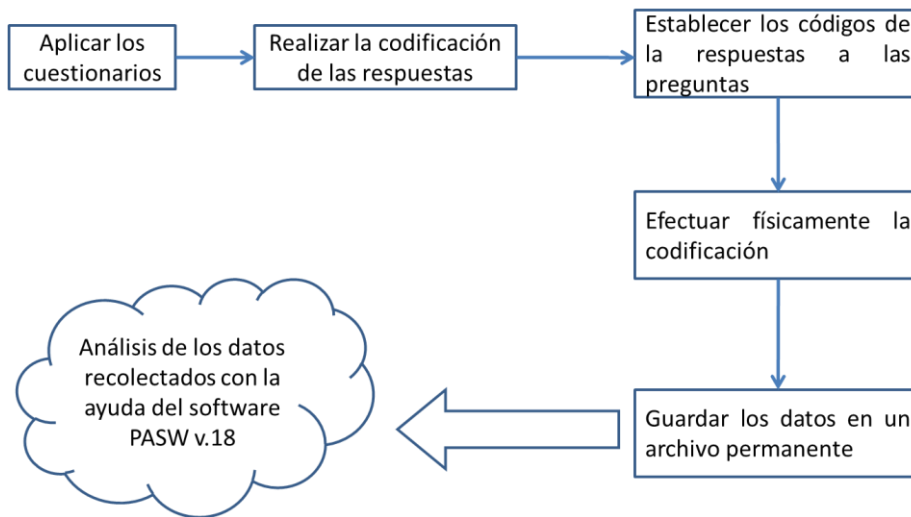
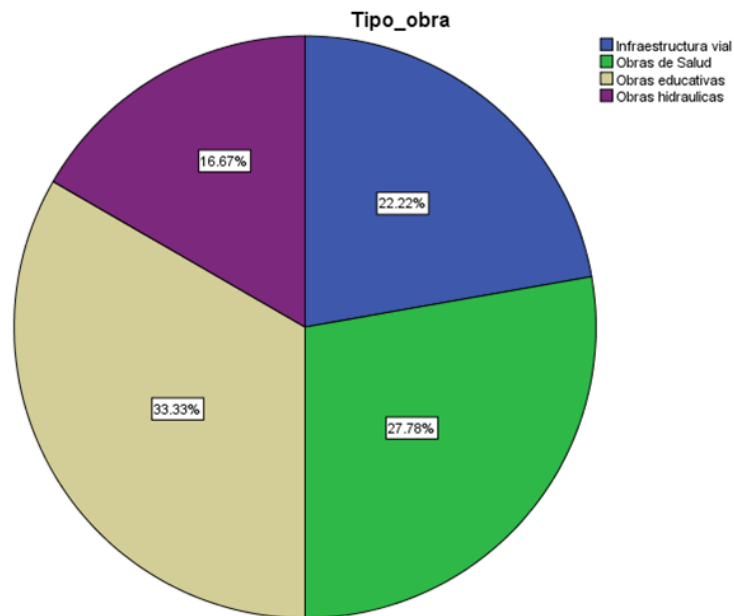


Figura 3. 4 Esquema para el procesamiento de datos de campo. Mohammad [16]

En total 18 empresas estratificadas como lo muestra la gráfica 3.1. Esto último fue indispensable para elaborar el diagnóstico necesario para el desarrollo del modelo conceptual.



Gráfica 3. 1 Tipos de obras para el análisis estadístico

## CAPÍTULO 4

### 4. RESULTADOS

#### 4.1 Preparación de la base de datos

La obtención de los resultados fue la parte fundamental para este trabajo de investigación ya que mediante esta se pudo obtener la información suficiente y necesaria para lograr las metas planteadas desde un principio; por una parte, los resultados nos proporcionaron un diagnóstico de como las diferentes empresas involucradas mayormente en la ejecución de obra pública realizan el control y seguimiento y cuáles son los principales focos de conflicto dentro del mismo.

Por otro lado nos sentaron las bases para la construcción del modelo conceptual el cual representa el objetivo de la presente tesis.

El trabajo de recolección y análisis de los datos para cierto instrumento de medición en la investigación científica siempre fue algo “engorroso” hace algunos años; sin embargo, en los tiempos actuales esto ya no representa un inconveniente ya que se cuenta con la tecnología necesaria para eficientar este proceso. A continuación se describe brevemente el software PASW v.18 que se utilizó en el proceso de análisis de los resultados.

#### **El software PASW v.18**

El PASW Statistics Base sirve para el acceso, gestión, preparación y análisis de datos, así como para la presentación de informes de resultados mediante gráficas y tablas en alta resolución, las cuales pueden ser guardadas o impresas. En pocas palabras para llevar a cabo análisis estadístico descriptivo y predictivo. En el análisis de los datos obtenidos, se utilizó el mismo orden con el que se manejó el cuestionario. La primera sección incluyó la información general acerca de las diferentes empresas que se emplearon para la investigación. La segunda parte del cuestionario fue analizada usando únicamente frecuencias, ya que las respuestas de esta sección no se sometieron a una codificación en especial ya que se pensó que no lo ameritaba. La última sección que se consideró como más interesante se analizó por medio de medidas de tendencia central, así como por medio de correlaciones para conocer cuáles de todas las variables tenían más relación entre si y cuáles no, de manera de poder utilizar las primeras en el diseño del sistema.

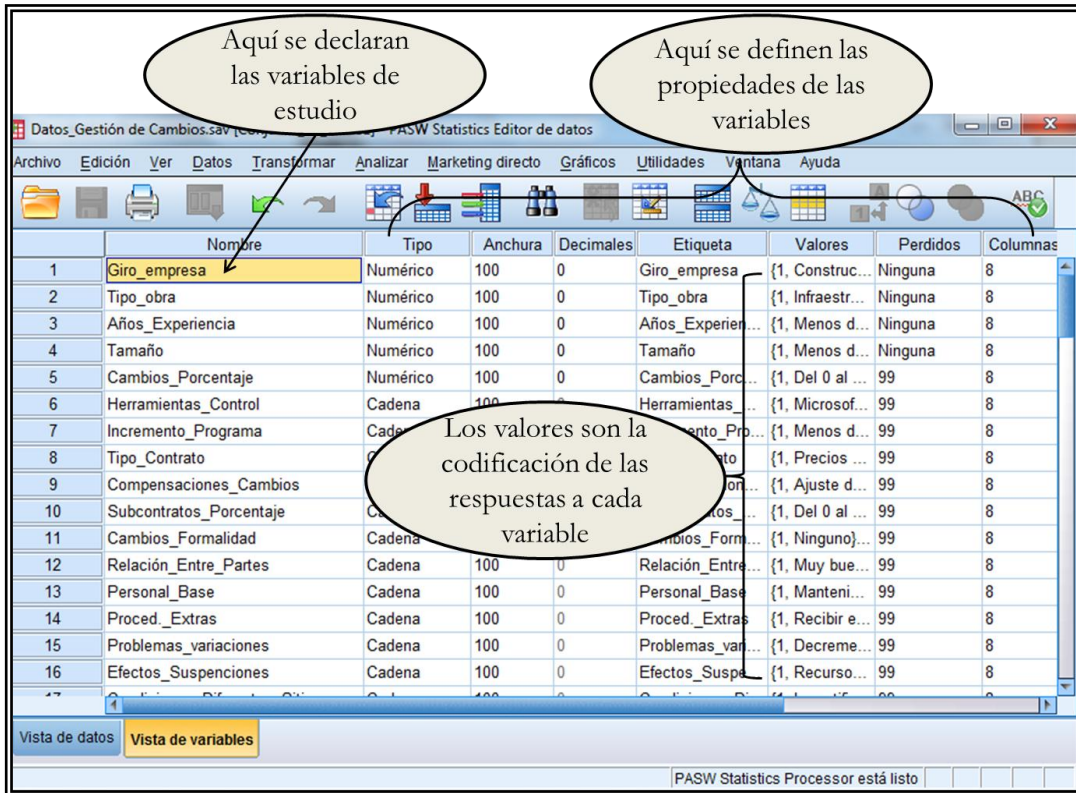


Figura 4. 1 Vista de variables en PASW v.18

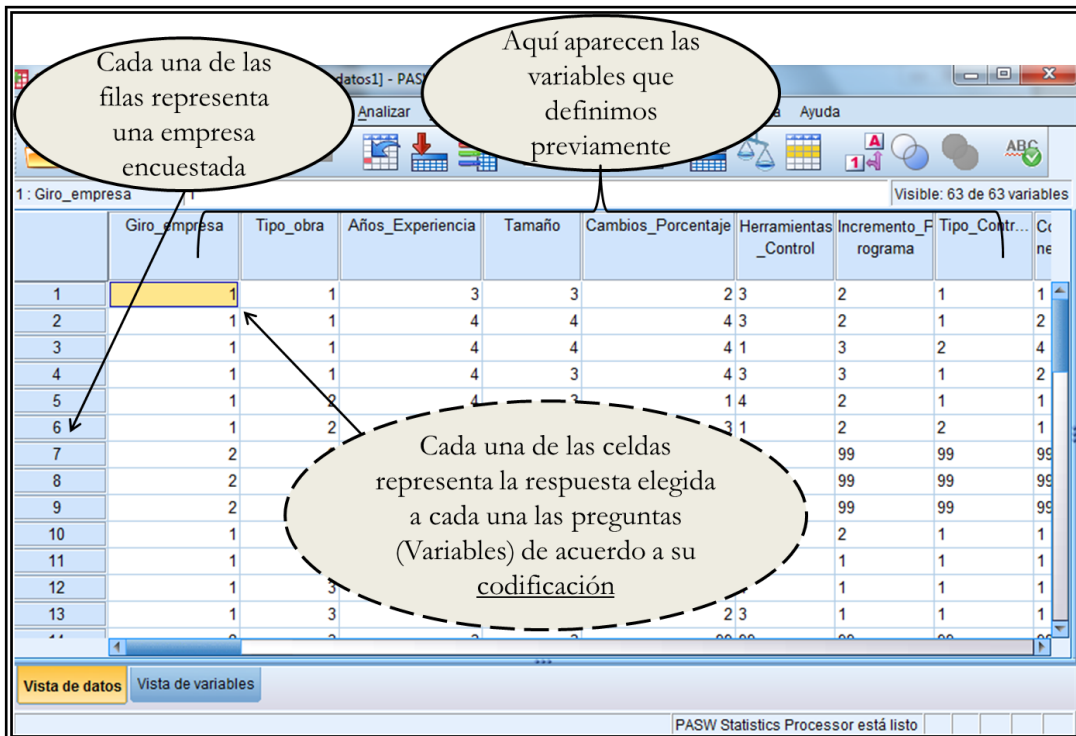


Figura 4. 2 Vista de datos en PASW v. 18

## Datos generales

### ¿Construcción o supervisión?

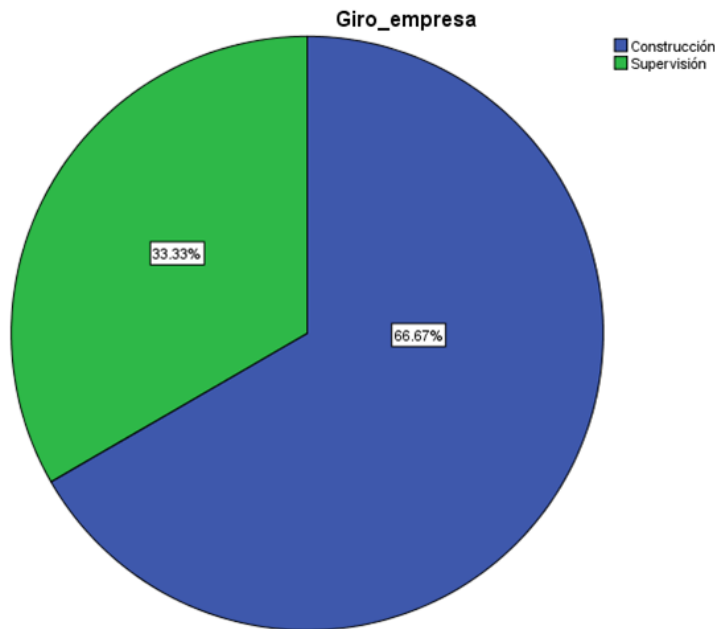
En total se encuestaron 18 empresas como ya habíamos mencionado en la metodología de la investigación cuando determinamos el número de muestras por estrato de análisis. De estas 18 empresas el 66.67% fueron empresas que se dedican mayormente a la construcción y el 33.33% a empresas de supervisión. Lo anterior lo tenemos representado en la gráfica 4.1

### Años de experiencia

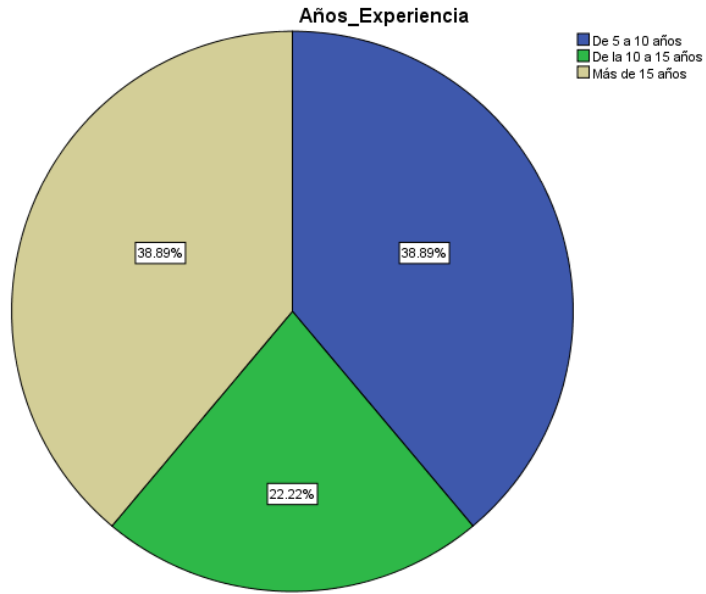
En cuanto a la experiencia, el 38.89% lo tuvieron empresas de 5 a 10 años de antigüedad, igualmente el 38.89% fueron empresas con más de 15 años de antigüedad; el restante 22.22% eran empresas de entre 10 y 15 años de creación. Ver gráfica 4.2

### Tamaño de la empresa

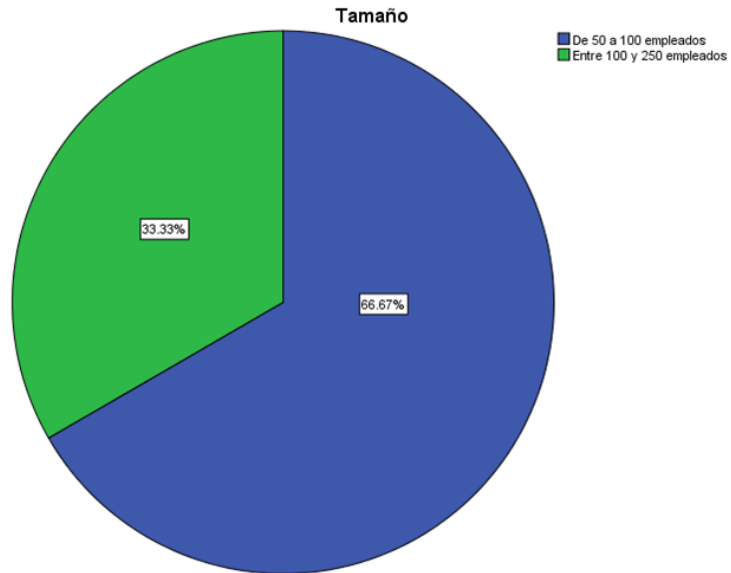
El tamaño de las empresas cumplió con lo estipulado en los alcances de la presente tesis ya que el 66.67% de las empresas tiene entre 50 y 100 empleados, el restante 33.33% tienen entre 100 y 250 empleados. Ver gráfica 4.3



Gráfica 4.1 Giro de las empresas consultadas



Gráfica 4. 2 Años de experiencia de las empresas consultadas



Gráfica 4. 3 Tamaño de las empresas consultadas



## 4.2 Resultados para las obras de infraestructura vial

Debido a la gran cantidad de información que nos provee el software, se remitió únicamente a mostrar las tablas con la información que pareció ser más relevante a discutir (resumen); en el anexo C se encuentra el complemento del presente capítulo ya que ahí se encuentran las gráficas de los resultados obtenidos.

### Causas, efectos y procedimientos

En total fueron 4 las empresas muestreadas que se dedican a la infraestructura vial, en ellas se pudo observar que el 75% de las mismas presenta más del 15% (% del importe del contrato) en cambios durante sus proyectos; la mayoría menciona que estos tipos de proyectos en particular no son definitivos al momento de licitarse por lo cual presentan muchos errores y omisiones que repercuten muchas veces en las cantidades de obra que se ejecutaran en la realidad, debido a esto mismo el 50% de los entrevistados presentó un incremento de más del 20% en la terminación del programa contratado.

Parte del problema podría venir también del área de diseño ya que el 75% de los encuestados mencionan que los proyectos vienen de un departamento de diseño externo y únicamente el 25% dice que el diseño de los proyectos es llevado entre la dependencia y la empresa externa. Para medir en igual medida la etapa donde se ve más involucrado el residente, el 100% hizo mención a la etapa de construcción, con esto quedó prácticamente descartada la planeación y la opción de planeación y construcción por igual.

El contrato de preferencia es el de precios unitarios que fue escogido por el 75% de las empresas ya que es el más confiable y flexible para contratar debido a las grandes deficiencias de los proyectos que se licitan. Ellos saben de antemano que al contratar la obra de esta manera se pueden agregar y quitar conceptos contratados sin ningún problema. De lo anterior se desprende que el 50% de los entrevistados tienen como principal compensación a los cambios el convenio por ampliación al monto y al plazo de ejecución, el 25% los ajustes de costos y el 25% restante mencionaron ajustes de costos y convenios modificatorios por igual.

En cuanto a la formalidad en la que presentan las ordenes de cambio, el 50% mencionó que no acepta ninguna orden de cambio que no sea por medio de oficio, minuta o bitácora, el restante 50% se reparte por igual en lo que consideran que son conceptos urgentes o conceptos con algún límite en la cantidad; de los que sólo aceptan documentos formales, el 50% lo notifica por medio de bitácora y posteriormente lo ejecuta, el 25% recibe únicamente un oficio y lo ejecuta; el último 25% prefiere convocar a una junta y decidir que extras proceden y cuáles no.

Con relación al párrafo anterior, cuando se presentan condiciones diferentes a las contratadas en el sitio de los trabajos, el 50% de los encuestados dice que lo notifica por medio de bitácora y el restante 50% lo hace por medio Junta de equipo y con minuta de por medio.

Como ya se había mencionado, las variaciones en los proyectos traen ciertos inconvenientes; el 50% de los encuestados manifiesta que es principalmente a que tienen dudas e incertidumbre de la nueva fecha de terminación, el otro 50% comentaron que la incertidumbre prevalece en la nueva fecha y el nuevo costo del proyecto. Otro caso similar es cuando hay suspensiones de obra, donde el 50% de las empresas dicen tener recursos ociosos, principalmente mencionan que es la maquinaria la que más les impacta debido a las rentas; el 25% se ve en la necesidad de “finiquitar” su mano de obra y el restante 25% tiene problemas por pago de indirectos.

Otro problema que traen los cambios son los retrasos en pagos de estimaciones, la mayoría de los encuestados 75% piensa que la mala cuantificación es el principal motivo de atraso; un 25% piensa que no se han conciliado las cantidades oportunamente con la supervisión y el 25% al retraso en la aprobación de los conceptos extraordinarios.

Continuando con el atraso de las estimaciones, el 50% destacó que prácticamente las estimaciones tardan de 20 a 30 días para su cobro; el 25% dice que entre 15 y 20 días, y el otro 25% más de 30 días. Este punto fue de gran importancia ya que los constructores se ven repercutidos en sus flujos financieros debido a estos atrasos.

Esto en gran medida origina muchas disputas entre las partes y únicamente les queda como recurso la contraloría, de los encuestados el 75% dice que envía notificaciones a la contraloría cuando no se autorizan sus estimaciones o cuando sólo les es autorizada una parte; el restante 25% dice que es para exigir gastos no recuperables justos debido a una suspensión de obra.

Las estimaciones en ocasiones presentan deductivas por conceptos que ya se han cobrado y que fueron revisados por la supervisión y autorizados por el residente; cuando se les preguntó a los encuestados las razones de estas deductivas, el 50% mencionó que se debe a que hay conceptos que no cubrieron los alcances de los precios unitarios y que si pudieron cobrarse, el 25% dice que se debe a una mala revisión por parte de la supervisión y el otro 25% a que durante la actualización de los planos se pudieron omitir algunas especificaciones.

Uno de los grandes problemas son igualmente las no conformidades durante la ejecución de la obra. Sobre este apartado se tiene que el 75% opinan que se debe a una supervisión deficiente, el restante 25% dice que las no conformidades son debidas a la falta de comunicación constante entre el superintendente y el supervisor.

Como herramienta de control, el 75% maneja únicamente software de costos como lo son Opus y Neodata, esto debido a que les parece más práctico y lo puede realizar sin ningún problema el analista de costos; mientras el restante 25% manejan un software especializado como los es Microsoft Project. El 75% de las empresas subcontratan más del 20% del importe del contrato, debido a esto es que se presentan muchas disputas no solo con la residencia y la supervisión, sino también con los subcontratistas. Es por esto que el 50% dice que la relación entre las partes es regular, el 25% que es buena y el otro 25% que es mala.

## Medidas de tendencia central

Las medidas de tendencia central son valores en la distribución que muestran el centro de la misma. Existen tres tipos de medidas de tendencia central: la moda, la mediana y la media o promedio. Para efectos de la investigación, solo se utilizó esta herramienta estadística para la última parte del cuestionario donde se hizo una codificación que quedó de la siguiente manera:

- 100= Muy seguido
- 75= Seguido
- 50= A veces
- 25= Rara vez
- 0= Nunca

De entrada se puede observar que para cada ítem o pregunta se tienen dos columnas: Validos y perdidos. Estos valores lo que nos indican es que únicamente se contó con 4 empresas que construyen obras de infraestructura vial y dentro de la muestra no hubieron empresas de supervisión, es por lo mismo que no se tuvo valores perdidos<sup>1</sup>.

El siguiente paso fue analizar cómo se comportaban las variables de acuerdo a cada una de sus categorías, es decir, se agruparon de acuerdo a si son causas, efectos o procedimientos de control. Se procedió a analizarlas individualmente para así seleccionar las variables más interesantes de acuerdo a sus medidas.

---

<sup>1</sup> La segunda parte del cuestionario se dividió en dos apartados: únicamente contratistas y contratistas o supervisión. Es por eso que las empresas de supervisión no respondieron algunas preguntas y por eso se les considera dentro del análisis como valores perdidos

### Causas (Tabla T.1)

Se hizo una lista jerárquica para cada categoría dando preferencia a la media aritmética, la siguiente en revisar fue la desviación estándar que llegó a coincidir en muchos casos para diferentes variables. De acuerdo a las medias, se ordenaron los casos de la siguiente forma:

1. *Falta de comunicación entre las partes*= 100
2. *Cambio de diseño por las partes, empresa externa y errores en diseño*= 87.50
3. *Condiciones de sitio y cambios de alcance por parte de la dependencia*= 81.25
4. *Condiciones del clima*= 75
5. *Falta de definición de alcance de los nuevos trabajos*= 68.75
6. *Problemas financieros de la dependencia y contratista, regulaciones gubernamentales*= 62.50
7. *Condiciones de seguridad*= 50
8. *Sustitución de materiales*= 37.50
9. *Materiales que no reúnen las especificaciones*= 25

Como se pudo apreciar, fueron marcados los items que tuvieron más de 50 de media, ahora de estos 6 items se seleccionaron los que mostraron una menor desviación estándar y mayor media aritmética<sup>2</sup>:

1. **Falta de comunicación entre las partes= 0**
2. **Cambios en el alcance por parte de la dependencia= 0.1538**
3. **Cambios de diseño(de las partes y externos) y errores de diseño= 0.1649**

Por cuestiones prácticas se descartaron las demás opciones ya que tuvieron una dispersión mucho mayor que las tres primeras. La tabla T.1 nos presenta a todos items de esta categoría.

<sup>2</sup> Se utilizó la relación llamada coeficiente de dispersión que es la razón de la desviación estándar entre la media aritmética

## Efectos (Tabla T.2)

1. *Problemas con diferentes subcontratistas= 100*
2. *Atraso en pago de estimaciones y disputas entre las partes= 93.75*
3. *Atraso en la terminación actividades y hacer nuevos conceptos= 87.50*
4. *Baja la productividad= 81.25*
5. *Incremento en costo del proyecto= 75*
6. *Baja la calidad de los trabajos= 56.25*
7. *Demoliciones y rehacer trabajos= 43.75*

De estos 5 vamos a escoger las mejores en cuanto a su coeficiente de dispersión:

1. **Problemas con diferentes contratistas e incremento del costo= 0**
2. **Atraso en pago de estimaciones y disputas entre las partes= =0.13**
3. **Baja de la productividad de los trabajadores= 0.1538**
4. **Atraso en la terminación de actividades y hacer nuevos conceptos= 0.1649**

## Procedimientos de control (Tabla T.3)

Para este apartado se cambió la interpretación original planteada, ya que el fin de esta sección fue el conocer los “puntos flojos” de los procedimientos de control actuales. La presente lista se elaboró considerando las medias más chicas a las más grandes (Viceversa de las dos anteriores):

1. *La orden de cambio considera los efectos indirectos= 0*
2. *Se “congela” el diseño antes de cierta etapa= 6.25*
3. *Capacitación en habilidades de comunicación y/o negociación= 18.75*
4. *Uso de lecciones aprendidas= 25*
5. *Los procedimientos para el manejo de los cambios son claros desde el principio= 37.50*
6. *Las ordenes de cambio son oportunas y el uso del WBS= 43.75*
7. *Fomento de trabajo entre las partes= 43.75*
8. *Todos los cambios de diseño son justificados= 56.25*
9. *Los cambios son negociados por personas expertas= 62.50*

Ahora para el coeficiente de dispersión tomaremos los más cercanos a 1 en lugar de cero como los anteriores<sup>3</sup>:

1. **Uso de lecciones aprendidas= 0.81**
2. **Capacitación en habilidades de comunicación y/o negociación= 0.66**
3. **El WBS es utilizado para el rastreo de los costos de los cambios= 0.55**

### 4.3 Resultados para las obras de salud

#### Análisis descriptivo e inferencial

Para este estrato se tuvieron 5 empresas, de las cuales dos fueron contratistas y tres de supervisión, por lo que una parte de la segunda sección del cuestionario no fue contestada por las de supervisión y se tomaron como “valores perdidos”. Esto se debió básicamente a que la investigación estuvo pensada desde la perspectiva de la contratista y no de la supervisión; más sin embargo, las opiniones de la supervisión sirvieron para conocer si realmente en algún momento llegaban a coincidir con la opinión de los contratistas o ya de plano las opiniones de ambos eran totalmente opuestas.

#### Causas, efectos y procedimientos

Las empresas dedicadas a la construcción de obras de salud mostraron un 0% de cambios que iba desde el 0 hasta el 15 %, este rango fue tomado de los intervalos que fueron los que escogieron los contratistas (2 únicamente). El incremento del programa fue de un 10 a un 20 %, ambos manejando contratos a precios unitarios. Estos dicen que han manejado órdenes de cambio informales cuando se trata de realizar trabajos “urgentes” (100 %). Acerca de la relación que se tiene entre las partes, hubo opiniones divididas ya que el 50% dice que lleva una relación buena, mientras el otro 50% menciona que es mala. Otro punto importante es que al 50% le preocupa conocer el costo final del proyecto y al otro 50% le genera incertidumbre la nueva fecha de terminación del proyecto.

---

<sup>3</sup> El ítem de: se “congela” el diseño se vio eliminado de la última lista ya que presentó valores muy dispersos debido a la desviación estandar.

Como se había mencionado al principio las opiniones conjuntas de contratistas y supervisión dieron más información relevante acerca de este tipo de obra. En cuanto el diseño de los proyectos, el 60% mencionó que es exclusivo para el departamento de diseño de la dependencia y el 40% hace referencia tanto a la dependencia como a una empresa externa.

Las no conformidades se inclinaron más hacia lo que consideran es un efecto de una mala interpretación o descuido del residente en cuanto a planos y especificaciones 60 %; el 20% a errores y omisiones en planos y especificaciones y el último 20% a una falta de comunicación entre el residente y el supervisor relativo a las actualizaciones del proyecto. Las deductivas de estimaciones igualmente fueron debidas mayormente a la cuantificación deficiente del contratista y del supervisor 60 %, el 20% a trabajos que no cubrieron los alcances y ya fueron cobrados y el 20% a que los planos se actualizaron y no así algunas especificaciones.

Las estimaciones presentan atraso mayormente a que se tiene una deficiente cuantificación por parte de la contratista 60 %, el otro 40% es por documentación faltante a la estimación y por la falta de una oportuna conciliación con la supervisión en cuanto a cantidades. La residencia de obra se ve involucrada en un 40% en la construcción, otro 40% dice que es planeación y construcción por igual y el 20% menciona que en ninguna de las dos.

Por último la presencia de la contraloría es necesaria cuando se presentaron cambios continuos de proyecto 40% y por falta de control financiero en el proyecto 40 %; el 20% faltante fue debido a que las estimaciones no habían sido autorizadas.



## Medidas de tendencia central

### Causas (Tabla T.4)

1. *Condiciones diferentes de sitio*= 95
2. *Errores en el diseño y falta de comunicación entre las partes*= 85
3. *Cambio de diseño por terceros*= 70
4. *Condiciones del clima*= 65
5. *Dificultad financiera del contratista y condiciones de seguridad*= 60
6. Cambios de alcance y problemas financieros de la dependencia; cambio de diseño por alguna de las partes= 55
7. El alcance de los nuevos trabajos no está bien definido y regulaciones gubernamentales=45
8. Cambio en el programa por parte de la dependencia= 40
9. Los materiales propuestos no reúnen las especificaciones= 25
10. Sustitución de materiales o procedimientos= 15

Escogiendo ahora de acuerdo a su coeficiente de dispersión:

1. **Condiciones diferentes de sitio= 0.12**
2. **Errores en el diseño y falta de comunicación entre las partes= 0.16**
3. **Cambios de alcance y problemas financieros de la dependencia= 0.20**
4. **Condiciones del clima= 0.21**

### Efectos (Tabla T.5)

1. *Atraso en la terminación de la actividades*= 85
2. *Incremento del costo del proyecto y atraso en pago de estimaciones*= 85
3. *Baja la productividad y disputas entre las partes*= 70
4. *Problemas con subcontratistas y hacer nuevos conceptos*= 65
5. Baja la calidad de los trabajos= 50
6. Demoliciones y rehacer trabajos= 25

Ordenando de acuerdo a los coeficientes de dispersión:

1. **Atraso en la terminación de la actividades= 0.16**
2. **Incremento del costo del proyecto y atraso en pago de estimaciones= 0.16**
3. **Problemas con subcontratistas= 0.21**

### **Procedimientos de control (Tabla T.6)**

1. *Se “congela” el diseño antes de cierta etapa= 5*
2. *Capacitación en habilidades de comunicación y/o negociación= 10*
3. *La orden de cambio considera los efectos indirectos adicionales también= 15*
4. *Los procedimientos para el manejo de los cambios son claros desde el principio= 20*
5. *Uso de las lecciones aprendidas= 30*
6. El WBS es utilizado para el rastreo de los costos de los cambios= 40
7. Las ordenes de cambio son oportunas y se fomenta el trabajo en equipo= 50
8. Las ordenes de cambio son negociadas por personas expertas= 65
9. Todos los cambios de diseño están bien justificados= 70

Ordenando de acuerdo a los coeficientes de dispersión:

1. **Se “congela” el diseño antes de cierta etapa= 2.23**
2. **Capacitación en habilidades de comunicación y/o negociación= 1.13**
3. **La orden de cambio considera los efectos indirectos adicionales también= 0.91**

## 4.4 Resultados para las obras educativas

### Análisis descriptivo e inferencial

Para esta sección se encuestaron a 6 empresas en total, 4 fueron contratistas y 2 supervisiones, con esto se pudo verificar la similitud respecto a las obras viales donde todas las empresas fueron contratistas. Durante el análisis se tuvieron 2 valores perdidos ya que las preguntas referidas a la supervisión se revisaron aparte.

Para las obras educativas el 75% de las empresas contratistas mencionó que los cambios son del 5 al 10% del importe del contrato, la mayoría de estos son debidos a cambios menores en cuanto los volúmenes de obra más que a los conceptos extraordinarios. En referencia a esto, el 75% igualmente dijo que no presentan incrementos en la duración del programa de más del 10 %, esto es un buen indicador de que en estos tipos de obra se tiene una mejor definición de los alcances que en las dos anteriores.

En lo relativo a la formalidad de los cambios, el 50% mencionó que no acepta ninguna orden de cambio a menos que sea un documento oficial, el 20% acepta órdenes informales para los conceptos urgentes y el último 20% por conceptos con límite en la cantidad. La relación entre las partes es considerada por el 75% de los encuestados como regular mientras que el 25% como buena. Según los encuestados, 83.30% menciona que la residencia de obra se involucra más en la etapa de construcción que en cualquier otra y el 16.70% que en ni en la planeación ni en la construcción se ve muy involucrado.

Los que han presentado suspensiones de obra dicen que entre sus principales problemas tienen la reprogramación de actividades el 50% y la necesidad de finiquito de mano de obra 50 %. En los procedimientos para los cambios, el 75% dijo que lo anota en la bitácora y luego se ejecuta y el 25% que al recibir únicamente un oficio lo ejecuta. Continuando con las notificaciones; cuando se presentan condiciones de sitio diferente, el 50% lo notifica en bitácora, el 25% envía un oficio y el 25% convoca a una junta para levantar una minuta al respecto.

Ya considerando toda la sub muestra, al presentarse no conformidades el 50% mencionó que se deben a descuidos por parte del residente (contratista), el 33.33% a errores en planos y especificaciones, y por último el 16.70% debido a una deficiente supervisión. En las disputas entre las partes, el 66.70% hace un llamado a la contraloría cuando las estimaciones no son autorizadas; el 16.70% cuando se presentan muchos cambios de proyecto y el 16.70% cuando no se pagan gastos no recuperables por concepto de suspensiones de obra. Las deductivas de las estimaciones son mayormente a una cuantificación deficiente tanto de la contratista como de la supervisión 50 %, el 33.33% debido a conceptos que no cubrieron el alcance de los P.U. y que fueron cobrados y el 16.70% a una mala revisión de la estimación por parte de la supervisión.

Los atrasos en la autorización de las estimaciones se deben en un 66.70% a documentación faltante en la estimación, el 16.70% a una deficiente cuantificación del contratista, y el 16.70% a una falta de conciliación oportuna entre las partes.

## Medidas de tendencia central

### Causas (Tabla T.7)

1. *Condiciones de sitio diferentes y falta de comunicación entre las partes= 75*
2. *Errores de diseño y condiciones de clima= 62.50*
3. *Cambios de alcance por la dependencia= 58.33*
4. *Problemas financieros contratista y dependencia= 54.17*
5. *Errores de diseño y regulaciones gubernamentales= 50.00*
6. *Cambio en el programa por parte de la dependencia= 50.00*
7. *Cambio en el diseño por alguna de las partes= 45.83*
8. *El alcance de los nuevos trabajos no está bien definido= 41.67*
9. *Consideraciones de seguridad= 37.50*
10. *Los materiales propuestos no reúnen las especificaciones= 20.83*
11. *Sustitución de materiales o procedimientos= 16.67*

Continuando con la ordenación de acuerdo al coeficiente de dispersión:

1. **Condiciones de sitio diferentes y falta de comunicación entre las partes= 0.21**
2. **Errores de diseño y condiciones de clima= 0.22**
3. **Cambios en el alcance por parte de la dependencia= 0.22**

### **Efectos (Tabla T.8)**

1. *Atraso en la terminación de las actividades y problemas con subcontratistas= 75*
2. *Disputas entre las partes e incremento en costo del proyecto= 70.83*
3. *Baja la calidad de los trabajos= 66.67*
4. *Atraso en pagos de estimaciones= 62.50*
5. *Resulta “engorroso” hacer nuevos precios= 58.33*
6. *Baja la productividad de los trabajadores= 50*
7. *Demoliciones y rehacer trabajos= 12.50*

Ordenando de acuerdo a su coeficiente de dispersión:

1. **Atraso en la terminación de las actividades y problemas con subcontratistas= 0.21**
2. **Disputas entre las partes e incremento en costo del proyecto= 0.27**
3. **Baja la calidad de los trabajos = 0.31**

### **Procedimientos de control (Tabla T.9)**

1. *Se “congela” el diseño antes de cierta etapa= 4.17*
2. *Los procedimientos son claros desde el principio= 8.33*
3. *Las ordenes consideran los efectos indirectos adicionales= 8.33*
4. *Capacitación en habilidades de comunicación y/o negociación= 8.33*
5. *Uso de las lecciones aprendidas= 25*
6. *El WBS es utilizado para el rastreo de los costos de los cambios= 29.17*
7. *Se fomenta el trabajo en equipo entre las partes y las ordenes de cambios son oportunas = 45.83*

8. Todos los cambios de diseño están bien justificados= 66.67
9. Las ordenes de cambio son negociadas por personas expertas= 75

Ordenación de acuerdo al coeficiente de dispersión:

1. Se “congela” el diseño antes de cierta etapa= 2.45
2. Capacitación en habilidades de comunicación y/o negociación= 2.45
3. Los procedimientos son claros desde el principio= 1.55
4. Las ordenes consideran los efectos indirectos adicionales = 1.55

## 4.5 Resultados para la obras de infraestructura hidráulica

### Análisis descriptivo e inferencial

Este fue por fin, el último apartado a revisar y con él se completan los 4 estratos en los que se subdividió la población total para esta investigación. Al hacer el análisis de las frecuencias de datos, se pudo observar que este apartado de las obras hidráulicas fue el que menos muestras tuvo (únicamente 3), de esas 3 una fue empresa de supervisión por lo que se pudo “equilibrar” las opiniones de los encuestados y ver a cuál de las otras tres se asemejan las variables de esta sección. Para este tipo de obra, el 100% manifestó, que los cambios en sus proyectos representan más del 15% del importe de los contratos; lo cual es buen indicador de que los cambios son muy frecuentes y hay que tener mucho cuidado al llevar el control de todos y cada uno de los costos adicionales que se vayan generando durante la ejecución del proyecto. De igual manera, el 50% dice tener incrementos en el programa desde el 10 al 20% y el otro 50% más del 20% en el incremento.

Esto va muy de la mano con el análisis previo de cambios y esto corrobora que las variables cambios y atrasos son directamente proporcionales para este caso en específico. Una de las repercusiones de esto es igual para los contratistas la nueva fecha de terminación del proyecto el 100 %. Respecto a los cambios frecuentes, la compensación que más aplican es la de Ampliación al monto y al plazo de ejecución esto en un 100 %, por lo que los ajustes de costos no mostraron prevalencia en este análisis como los otros tipos de obras.

En relación a la formalidad en las que son presentadas las órdenes de cambio, el 50% dijeron que no aceptan cambios que no vengan de un documento oficial, y el 50% dijeron que solo aceptan trabajos “urgentes”.

En cuanto a los procedimientos para tratar los conceptos extraordinarios, el 50% mencionó que sólo lo anota en la bitácora y lo ejecuta; el otro 50% dijo que convocan a una junta para tomar medidas sobre qué hacer con esos conceptos. Igualmente al aparecer condiciones de sitio diferentes el 50% lo anota en bitácora y el otro 50% convoca a la junta donde mediante minuta se tomará la mejor decisión para el rumbo del proyecto.

Los problemas en cuanto a estimaciones están muchas veces en las deductivas que son aplicadas posteriores al cobro de las mismas. El 66.70% mencionó que se debe principalmente a la mala cuantificación por parte de la contratista y la supervisión; el 33.30% restante dijo que se debe a conceptos que no cubrieron debidamente los alcances de los P.U. y que ya habían sido cobrados. Los tiempos de cobro de la estimación según el 66.70% son de 15 a 20 días, y el restante 33.33% entre 20 y 30 días.

Terminando lo respectivo a las estimaciones el 100 %, hizo hincapié en que los atrasos en las autorizaciones son debidas mayormente a que no hay una conciliación oportuna entre la contratista y la supervisión en cuanto al contenido de la estimación. Es por esto que muchas veces se tiene que acudir a la contraloría para que resuelva los atrasos en la autorización de estimaciones 33.33 %, el otro problema son la frecuencia de los cambios de proyecto que de una u otra forma alteran la productividad y generan más y más atrasos. Como herramientas para el control, el 50% menciona que utiliza el Microsoft Project mientras el otro 50% usa los sistemas de control que vienen integrados en el Opus y el neodata.

## Medidas de tendencia central

### Causas (Tabla T.10)

1. *Errores y omisiones en el diseño= 100*
2. *Falta de comunicación entre las partes y condiciones diferentes de sitio= 100*
3. *Cambios en el alcance por parte de la dependencia= 91.67*
4. *Condiciones del clima= 83.33*
5. *Cambio en el diseño por terceros= 75*
6. *El alcance de los nuevos trabajos no está bien definido= 66.70*
7. *Problemas financieros de la dependencia= 66.67*
8. *Cambio en el programa por parte de la dependencia y condiciones de seguridad= 58.33*
9. *Cambio en el diseño por alguna de las partes y nuevas regulaciones gubernamentales= 50*
10. *Los materiales propuestos no reúnen las especificaciones= 41.67*
11. *Sustitución de materiales o procedimientos= 25*



Ordenando de acuerdo al coeficiente de dispersión:

1. Errores y omisiones en el diseño= 0
2. Falta de comunicación entre las partes y condiciones diferentes de sitio=0
3. Cambio en el diseño por terceros= 0
4. Cambios en el alcance por parte de la dependencia= 0.16

### Efectos (Tabla T.12)

1. *Baja la productividad de los trabajadores y problemas con subcontratistas= 100*
2. *Atraso en la terminación de actividades= 91.67*
3. *Disputas entre partes y atraso en pago de estimaciones= 91.67*
4. *Incremento del costo del proyecto y resulta “engorroso” hacer nuevos precios= 75*
5. *Baja la calidad de los trabajos= 66.67*
6. *Demoliciones y rehacer trabajos= 50*

Ordenando con coeficientes de dispersión:

1. **Baja la productividad de los trabajadores y problemas con subcontratistas= 0**
2. **Incremento del costo del proyecto y resulta “engorroso” hacer nuevos precios= 0**
3. **Atraso en la terminación de actividades= 0.16**

### Procedimientos de control (Tabla T.13)

1. Se “congela” el diseño antes de cierta etapa= 0
2. La orden de cambio considera los efectos indirectos adicionales también= 8.33
3. Uso de lecciones aprendidas y habilidades de comunicación= 33.33
4. Los procedimientos para el manejo de los cambios son claros desde el principio= 33.33
5. El WBS es utilizado para el rastreo de los costos de los cambios= 33.33
6. Se fomenta el trabajo en equipo entre las partes y las ordenes de cambio son oportunas= 41.67
7. Todos los cambios de diseño están bien justificados= 58.33
8. Las ordenes de cambio son negociadas por personas expertas= 66.67

Ordenando de acuerdo a los coeficientes de dispersión:

1. La orden de cambio considera los efectos indirectos adicionales también= 1.73
2. Uso de lecciones aprendidas y habilidades de comunicación= 1.15
3. Se “congela” el diseño antes de cierta etapa= 0

#### 4.6 Concentrado de los resultados

En la tabla 4.1 se pueden ver los resultados que se obtuvieron del análisis propio de la investigación. Cabe aclarar que se pudo notar las diferencias y similitudes que presentan los diferentes tipos de empresas de acuerdo al tipo de obra que realizan; con esto podemos decir que se ha cumplido con la primera meta que se tenía contemplada y lo que resta es hacer de acuerdo con estos resultados, un modelo que represente a grandes rasgos las problemáticas que se presentan en cuanto a gestión de cambios se refiere y de esta manera completar los objetivos de la tesis.

Tabla 4.1 Concentrado de los resultados de la investigación

Tipo de obra	Aspectos de interés	Problemáticas
<b>Infraestructura vial</b>	Causas	Falta de comunicación entre las partes, cambios de alcance por la dependencia y cambios de diseño
	Efectos	Problemas con subcontratistas, incremento del costo, atraso en pago de estimaciones y disputas entre las partes
	Procedimientos mal implementados	Lecciones aprendidas, capacitación en habilidades de comunicación y el uso del WBS
<b>Infraestructura de salud</b>	Causas	Condiciones diferentes de sitio, errores de diseño y falta de comunicación entre las partes
	Efectos	Atraso en la terminación de actividades, incremento del costo y atraso en pago de estimaciones
	Procedimientos mal implementados	Se “congela” el diseño antes de cierta etapa, capacitación en habilidades de comunicación
<b>Infraestructura educativa</b>	Causas	Condiciones diferentes en sitio, falta de comunicación entre las partes, errores de diseño y condiciones de clima
	Efectos	Atraso en terminación de las actividades, problemas con subcontratistas, disputas entre las partes
	Procedimientos mal implementados	Se “congela” el diseño en cierta etapa, capacitación en habilidades de comunicación, no se tiene un procedimiento claro para el manejo de los cambios
<b>Infraestructura hidráulica</b>	Causas	Errores y omisiones de diseño, condiciones diferentes de sitio, cambio en diseño por terceros
	Efectos	Problemas con subcontratistas, baja la productividad, se incrementa el costo
	Procedimientos mal implementados	Indirectos injustos, lecciones aprendidas y se “congela” el diseño en cierta etapa

## CAPÍTULO 5

### 5. DISEÑO DEL SISTEMA

Después de detectar los problemas que presentan los diferentes tipos de empresas pequeñas y medianas en cuanto a la gestión de los cambios y los conflictos que estos generan, se propone el diseño de un sistema que integre los pasos y acciones necesarias para facilitar el control de cambios y así evitar tener que llegar a casos extremos como lo es el arbitraje.

Este sistema es presentado conceptualmente y para su diseño se tuvo presente el objetivo de la investigación. Se propone que este sistema se pueda automatizar para lograr una buena organización de la documentación que se generará a lo largo de la ejecución del proyecto, así como disponer de las ventajas y rapidez que ofrecen los medios electrónicos hoy en día.

Una de las metas principales de este estudio es que el sistema propuesto pueda ser utilizado por el mayor número de empresas posible, para ello se tomaron valores promedios de los resultados de la encuesta y se cuidó la flexibilidad; esto último con el propósito de que las empresas puedan adaptar o modificar el sistema para cubrir sus necesidades particulares en cuanto al control de cambios, pues es sabido que los proyectos de construcción son diferentes entre sí.

El desarrollo de este sistema se basó en las investigaciones de campo y bibliográficas descritas en el capítulo 2 así como en la experiencia compartida de algunos ingenieros con los que he tenido el gusto de poder trabajar.

Para la presentación de la propuesta se utilizaron diagramas de flujo, con el fin de facilitar la comprensión del camino que sigue la información requerida para realizar adecuadamente los procesos descritos. Los diagramas se realizaron con ayuda del software Visio 2010, el cual debido a su facilidad y rapidez de manejo, constituyó una herramienta de gran utilidad para esta etapa.

Los símbolos más usados se representan como lo muestra la figura 5.1.

## 5.1 Elementos útiles para proponer el sistema

En este apartado se dan todos aquellos elementos que se consideran de utilidad para proponer el sistema de cambios y reclamos en proyectos de obra pública federal. Se procuró que el sistema fuera capaz de soportar modificaciones o adaptaciones que, en su momento dado, requieran realizar las empresas para responder a sus necesidades particulares.

### 5.1.1 Listado de elementos requeridos

- Definición del proceso de control del alcance
- Definición del sistema integral de cambios

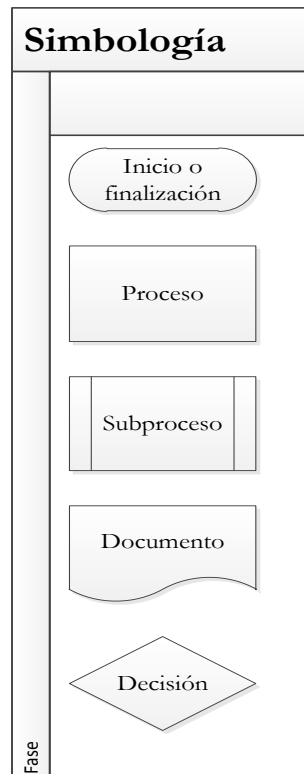


Figura 5. 1 Símbolos utilizados en los diagramas del sistema

### **5.1.2 Consideraciones previas al diseño**

Esta propuesta está enfocada exclusivamente a la gestión de cambios dentro durante la ejecución de un proyecto de obra pública, es decir, que es aplicable a partir de la fecha en que la empresa inicia los trabajos y hasta la terminación de la obra. Para el diseño del sistema se consideraron los siguientes supuestos que representan la mayoría de los casos reales:

- La empresa ha ganado una licitación de obra pública y se le ha adjudicado un contrato de obra a precios unitarios.
- Se cuenta con un presupuesto detallado de construcción y con los correspondientes análisis de precios unitarios.
- Se cuenta con los planos y las especificaciones que sirvieron de base para la licitación.
- Se ha firmado el contrato en el cual se especifican datos tales como el tiempo que ha de durar la ejecución del proyecto, manejo de cantidades excedentes y conceptos extraordinarios etc.

### **5.2 Fundamentos de control**

El control de la gestión del proyecto es bastante similar al control de actividades continuas aunque presenta algunas particularidades. Ante todo, es preciso tener siempre presente que sólo es posible si previamente se ha hecho una definición de los objetivos del proyecto con suficiente claridad y concreción, es decir, posteriormente a que se ha firmado el contrato, se tiene que detallar lo que será la línea base del proyecto. El control que se llevará a cabo consistirá precisamente en comparar la línea base planificada con lo que acontece en la realidad y tomar las decisiones que, en la medida de lo posible, permitan re enderezar la situación y corregir las desviaciones que se hayan producido, con el ánimo permanente de poner los medios para lograr los resultados deseados.

El control del proyecto empieza en el momento de la firma del contrato en donde se tienen supuestamente todos los elementos para que el proyecto se lleve de forma correcta sin problemas ni conflictos entre las partes. Los objetivos, que siempre serán múltiples (resultados, costo y tiempo), sólo pueden llamarse así si han sido expresados en forma suficientemente cuantificada y explícita.

Durante la ejecución de la obra el superintendente es, ante todo, responsable de dirigir el proyecto, impulsando su desarrollo y tomando las decisiones que permitan avanzar en la dirección deseada. Pero, al mismo tiempo, necesita un sistema de información, sintético pero rápido, del tipo cuadro de mando, que le indique en todo momento la situación de su proyecto en relación con la línea base o presupuesto original.

Según el P.M.I. [25], algunas de las mayores tareas en el monitoreo y el control del proyecto son las siguientes:

- Monitorear la realidad del proyecto con base a su rendimiento y compararlo contra los parámetros planeados tales como costo, tiempo y alcance.
- Monitorear el proyecto de acuerdo a la información recogida en los informes de desempeño para luego ser distribuida entre los interesados del proyecto.
- Evaluar el desempeño del proyecto para determinar si se necesitan tomar acciones correctivas.
- Monitorear los riesgos mediante el rastreo y análisis de los riesgos identificados durante la planeación del proyecto e identificar posibles nuevos riesgos.
- Controlar los riesgos de acuerdo a los planes de respuesta al riesgo definidos en la planeación en el caso de que lleguen a ocurrir.
- Mantener una exacta y oportuna base de datos en cuanto al progreso y desempeño del proyecto.
- Monitorear y controlar los cambios, además de la implementación de los cambios que se llegaran a aprobar.

Un proyecto es monitoreado y controlado utilizando un proceso de monitoreo y control del proyecto, el cual se encuentra subdividido en procesos más específicos tales como control del costo, control del programa, control del alcance etc, como se muestra en la figura 5.2. Todos estos procesos pertenecen al grupo de procesos de control.

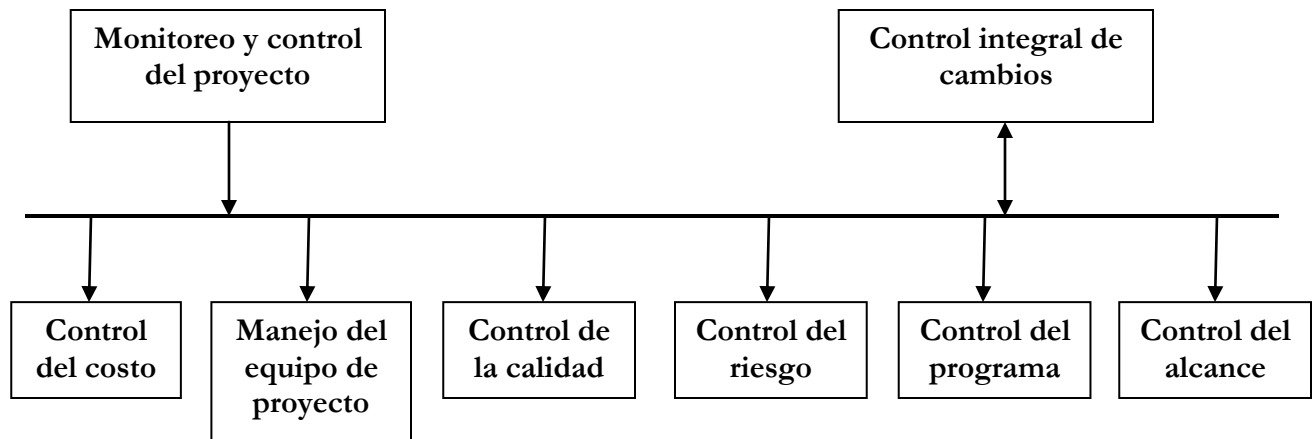


Figura 5. 2 Grupo de procesos de control y monitoreo. Elaboración propia

### 5.2.1 El proceso de control del alcance

Controlar el alcance del proyecto incluye la influencia de factores que crean cambios al alcance, así como manejar las solicitudes de cambio y controlar su impacto cuando el cambio ocurre. Mientras se controla el alcance, hay que tener en mente las siguientes tareas.

- Tener cuidado con la corrupción del alcance (scope creep): hay que determinar si ha ocurrido y corregir la situación. El término corrupción del alcance se tocó en el capítulo 2 y hace referencia a los cambios excesivos aplicados sin un proceso formal de cambio y que se encuentran fuera de la declaración del alcance definida en la planeación.
- El proceso de cambios en el alcance necesita de un sistema integral de cambios para poder ser aprobados.
- Hacer un buen manejo de la implementación de los cambios una vez que han sido aprobados, así como su impacto a través de todo el proyecto.



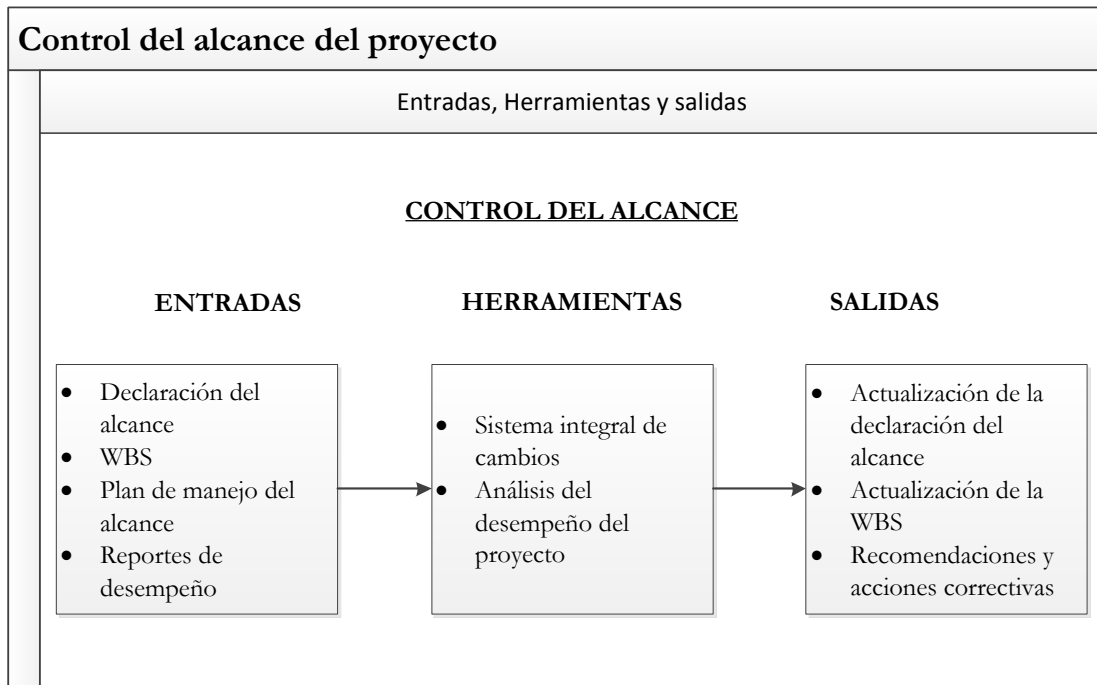


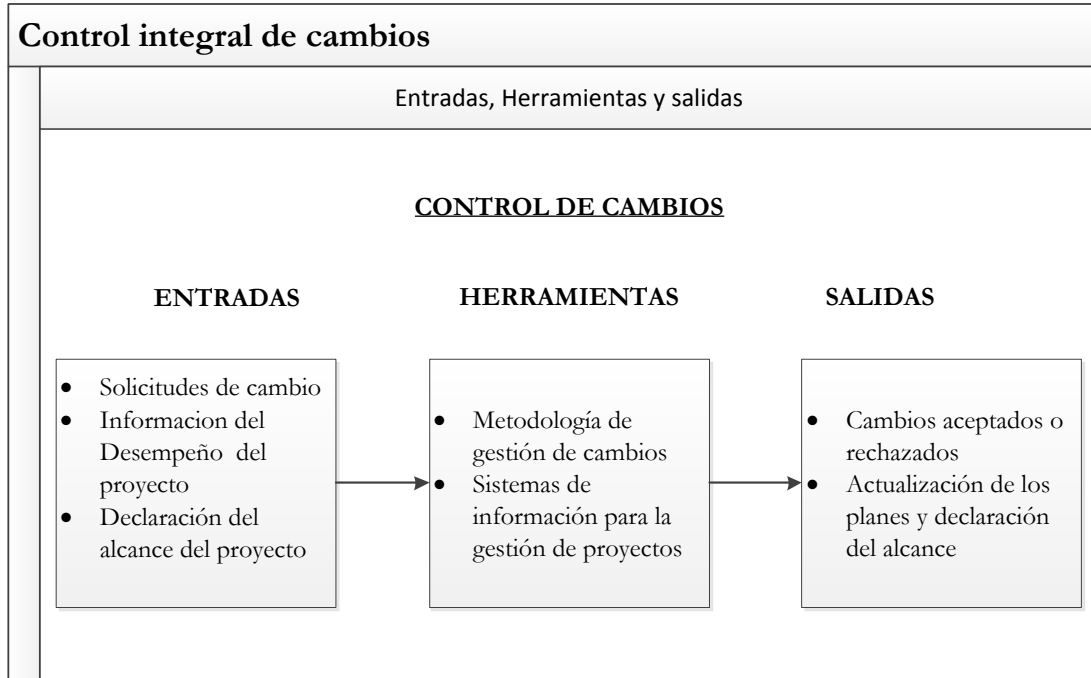
Figura 5. 3 El proceso de control del alcance. PMBOK[25]

### 5.2.2 El sistema integral de cambios

Las solicitudes de cambio en proyectos de obra pública son tan frecuentes que si se aceptaran todas las solicitudes presentadas probablemente nunca terminaríamos el proyecto. Las dependencias, la supervisión y los usuarios finales del proyecto, continuamente cambian los requerimientos y alcance del proyecto.

El principal propósito del sistema de control de cambios es el documentar los procedimientos que describen cómo presentar las solicitudes de cambio, cómo manejarlas las solicitudes y por último cómo manejar sus impactos en relación con el desempeño del proyecto. Este sistema además rastrea el estatus de las solicitudes de cambios incluyendo su status aprobatorio; estos cambios ya sean aprobados o no, serán archivados para futuras referencias.

El sistema de control de cambios también define el nivel de autoridad necesario para aprobar cambios. Algunos podrían necesitar únicamente la autorización del residente, pero otras pueden necesitar de un proceso más formal y con más nivel de aprobación tales como la supervisión e incluso la contraloría.



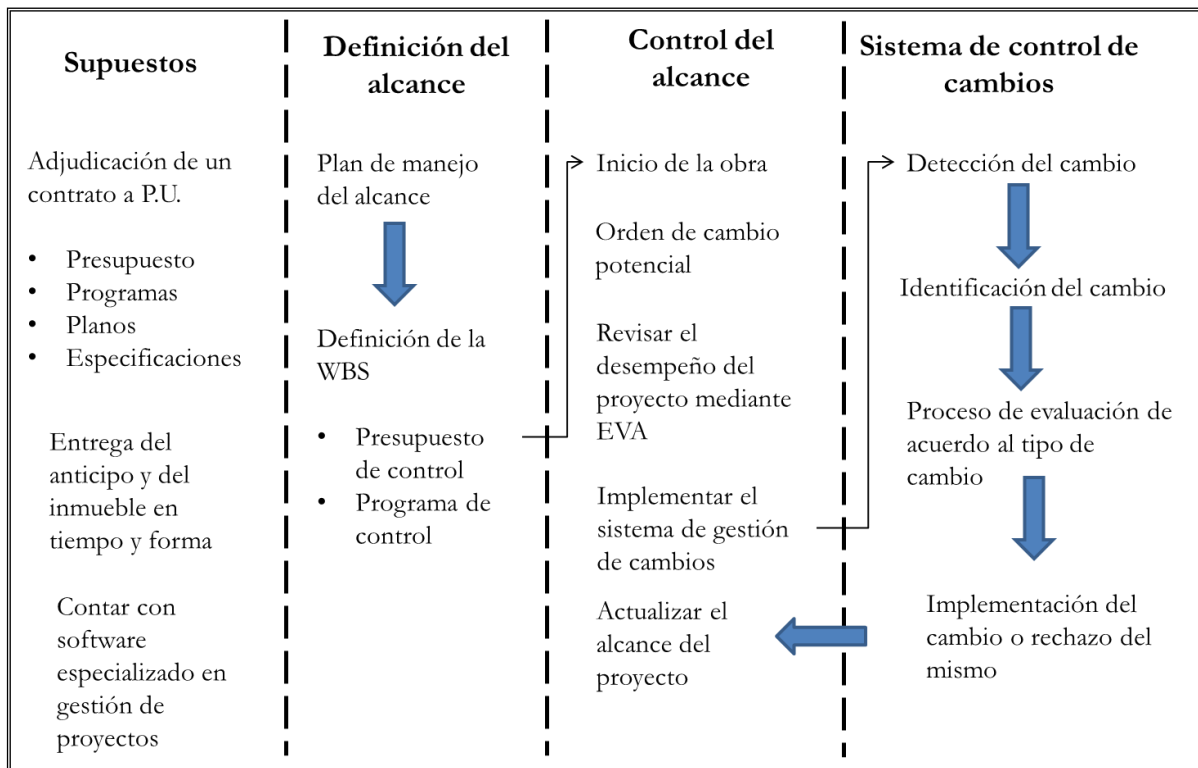
**Figura 5. 4 El proceso integral de cambios. PMBOK[25]**

### 5.3 El sistema de gestión de cambios para la obra pública

Como se definió anteriormente, el sistema propuesto debe iniciar con algunos supuestos que son necesarios para que se lleve a cabo el plan de gestión de cambios. Dentro de los supuestos el único que no se había mencionado es el del software de gestión de proyectos, que considerando las necesidades actuales de los proyectos de construcción es sumamente indispensable; este nos sirvió para hacer un diagnóstico preliminar del estado del proyecto antes de solicitar cualquier tipo de orden de cambio, ya que permite determinar por medio de la técnica del valor ganado (Earned Value) el estado real del proyecto de acuerdo a lo planeado (Línea base), los costos incurridos y el trabajo real realizado o avance real.

En la sección siguiente se encuentra el plan de manejo del alcance, que es conformado básicamente por los lineamientos que permitirán el buen uso de las cláusulas contractuales; es decir, la normatividad involucrada como la Ley y Reglamento de Obra Pública y las relaciones entre los involucrados en el proyecto como son el residente, la supervisión y el contratista. Sumando de igual manera a la Secretaría de la Función Pública en caso de requerirse.

Una parte importante es que este plan de manejo del alcance se fundamente igualmente en la **declaración del alcance** mostrado en el formato B.2 de los anexos. Como se pudo investigar, mucha literatura hace mención de ésta como “Scope Statement” por su término en inglés y todos coinciden que mientras mejor esté definido el alcance de un proyecto más probabilidades tendrá de éxito ya que todos los involucrados están conscientes de sus objetivos, entregables, riesgos etc. que definen a un proyecto como tal. Ver figura 5.5



**Figura 5. 5 Modelo propuesto de gestión del alcance. Elaboración propia**

El siguiente paso es la definición de la WBS en la cual se visualizan los entregables del proyecto con el nivel de detalle definido por la contratista; de este se desprenden los programas y presupuesto de control que representará en el tiempo los costos que paga el contratista por la realización de los trabajos a diferencia del presupuesto de contrato que es lo que finalmente cobraremos al cliente.

El control del alcance se inicia desde el momento que la obra da inicio, se tienen que definir los periodos de corte para medir el progreso y el desempeño del proyecto por parte principalmente del contratista, este control si es recomendable que lo lleven de igual forma el residente en forma conjunta con la supervisión.

Hay que tener en mente que los cambios pueden llegar en cualquier momento, es decir, así como pueden aparecer en los entregables finales pueden aparecer al día siguiente de iniciada la obra. Es por eso que se recomienda hacer una revisión del desempeño del proyecto a la hora de solicitar una orden de cambio; esto como se mencionó con anterioridad nos dará una mejor perspectiva de lo que se puede esperar si ese cambio se llegara a implementar.

El paso determinante dentro del proceso de control del alcance es la implementación del sistema de gestión de cambios que es el objetivo de la presente tesis; el sistema como se puede ver en la figura 5.5 está dividido en cuatro etapas:

- **Detección del cambio:** se refiere a cuando alguno de los involucrados detecta algo mal en el proyecto y notifica a los demás de la necesidad de considerarlo como cambio para complementar, suprimir o modificar algo respecto del proyecto original.
- **Identificación del cambio:** de acuerdo a la declaración del alcance los podemos clasificar en tres grupos: cambios urgentes, cambios dentro del alcance y cambios fuera del alcance.
- **Proceso de evaluación de acuerdo al tipo de cambio:** para la elaboración de este proceso se consideró la metodología del PMI, las normas que rigen la obra pública Federal en México y los resultados que se obtuvieron de los cuestionarios realizados.
- **Implementación o rechazo del cambio:** es el último paso y es el resultado del proceso anterior. La implementación podría ser inmediata o tener un tiempo de espera.

Para finalizar esta parte hay que hacer mención de que independientemente de si el cambio ha sido aprobado y será implementado o si ha sido rechazado, el proceso de gestión del alcance finaliza con la actualización del alcance del proyecto. Esto ayudará en proyectos futuros tanto a la contratista como a la dependencia al momento de evaluar nuevos proyectos de índole pública.

### 5.3.1 Proceso para la gestión de cambios urgentes

Un cambio de tipo urgente siempre será prioritario para ambas partes, es decir, este tipo particular de cambio tiene un proceso más sencillo que los otros dos tipos en cuanto al proceso. Algo que caracteriza a este cambio es que se puede expedir una orden de cambio de forma unilateral ya sea por un oficio o por una nota de bitácora donde no necesariamente tiene que tener el visto bueno de todos los involucrados y cualquiera de ellos tiene las facultades para emitirlos. Ver Reg. Art 105 [29]

Luego, tenemos que verificar en qué periodo del proyecto se están proponiendo los cambios, ya que no es lo mismo el cambio en los primeros días del proyecto que dejarlos para las etapas finales; este punto es importante en el caso de que se tengan conceptos nuevos que fueron presupuestados en el contrato y que por las cuestiones de la normatividad deben llevar los mismos costos directos. En caso de que estos se presenten al principio de la obra se procede a ejecutar directamente los conceptos solicitados, de lo contrario tendría que pasar antes por un proceso de conciliación para ajustar en lo posible los costos, consumos y rendimientos.

Después, se le encarga a los analistas de precios unitarios que evalúen el costos y el tiempo del cambio en forma conjunta con el residente y si es posible con el gerente o coordinador del proyecto para determinar si es posible terminar en la fecha contractual. De determinarse que es imposible terminar en la fecha acordada y con el importe original, se procede a la solicitud del convenio modificatorio correspondiente que deberá contar con el dictamen técnico emitido por el residente de obra. Reg. Art 99 [29]

En el caso de que se llegue a terminar en la fecha convenida contractualmente, la siguiente pregunta sería si hay o no conflicto de recursos debido a la lógica del programa autorizado. Si existen sobreasignaciones, se puede proceder a una reasignación de recursos hecha por algún software especializado como Primavera o Project; seguido de esto se debe de actualizar la línea base del proyecto que es el presupuesto de contrato, así como el presupuesto de control y la WBS que representa el nuevo alcance que se tendría ya con la modificación hecha por el cambio.

Por último sería que una vez hecho lo anterior se procediera a iniciar el proceso de estimación del trabajo realizado para su respectivo cobro. Este es un punto flojo que mostraron algunas compañías ya que muchas veces se vuelve un proceso tedioso que frena de cierta manera el cobro oportuno de los trabajos y que trae como consecuencia un financiamiento extra a la empresa que no estaba considerado.

A manera de control interno se recomienda llenar la hoja de seguimiento que se puede ver en el anexo B.1. Esta permitirá el fácil rastreo de los cambios y se debe llevar en un archivo por separado donde estarán también la forma B.4 y toda la demás documentación necesaria para justificar los cambios ante la dependencia. El resguardo de esta información es de suma importancia en caso de algún conflicto futuro.

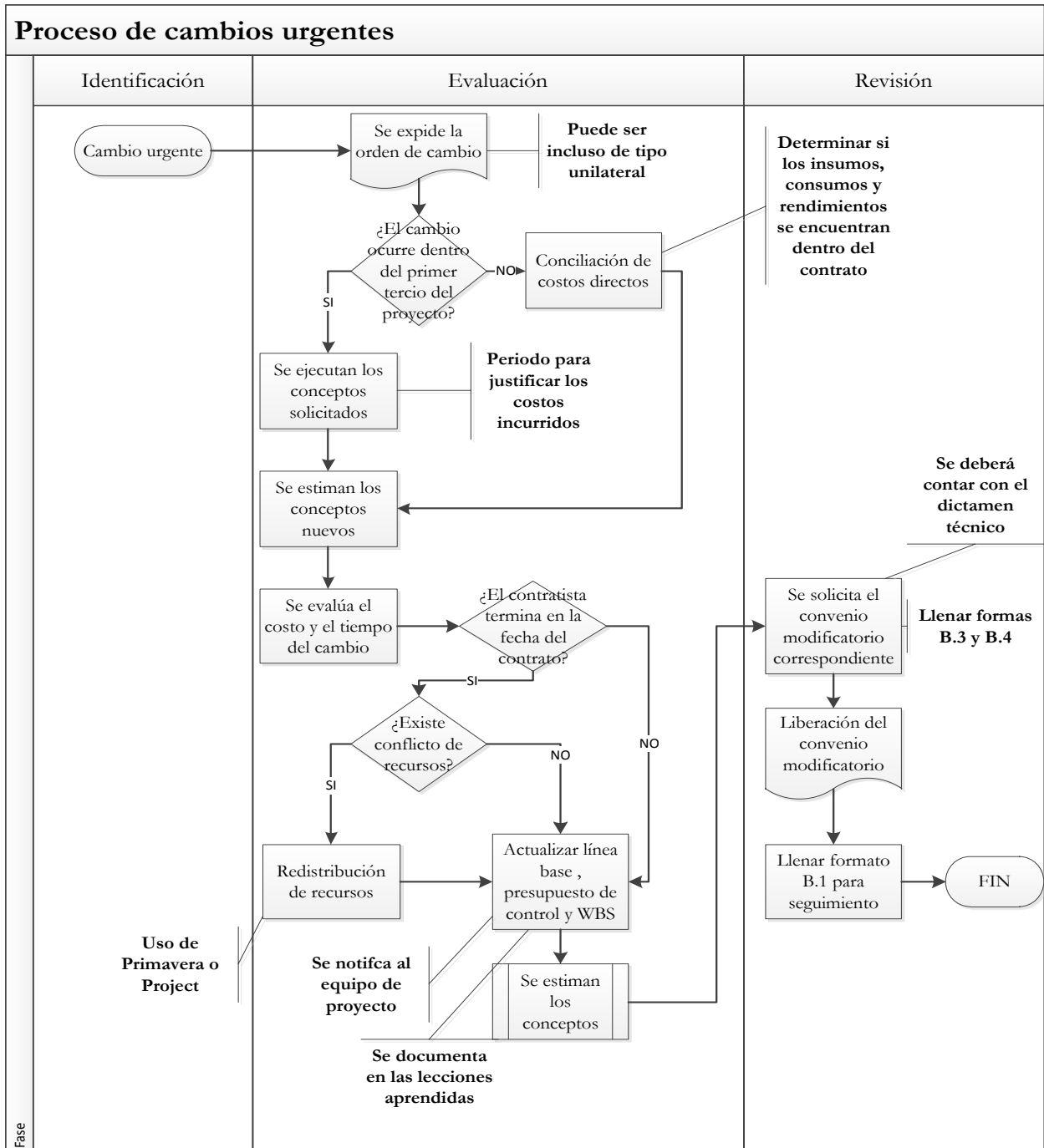


Figura 5. 6 Proceso de cambios urgentes. Elaboración propia

### 5.3.2 Proceso para la gestión de cambios dentro del alcance

Este proceso a diferencia del anterior tiene un poco más de variantes. En este hay que considerar un factor clave es la declaración del alcance que se puede ver en el formato B.2 y que debe ir adjunto a la nota uno de apertura de la bitácora; la importancia de este documento radica en revisar si el cambio está dentro de los alcances definidos por los involucrados desde la planeación, en caso de que los cambios que requieran implementarse no estén en el alcance original se procederá conforme el proceso para cambios fuera del alcance.

El siguiente paso después de determinar que el cambio se encuentra dentro del alcance, es definir si este cambio es de tipo REWORK que es lo mismo a volver a hacer determinado trabajo ya que se ha levantado una no conformidad y este no ha cumplido algún alcance del P.U. o alguna especificación particular. En caso de que el cambio venga por este camino hay dos alternativas: ¿tuvo o no tuvo culpabilidad la supervisión respecto del REWORK? En caso de que no haya sido así, la culpa en su totalidad recae en el contratista por lo que se ve en la obligación de repararlo y construirlo de nuevo ya que de negarse puede incluso sufrir una rescisión administrativa del contrato. En caso de que si se encuentre culpable a la supervisión, se procederá a la notificación por medio de oficio o bitácora, poniendo el contratista las condiciones para restablecer lo mal hecho; en caso de recibir una negativa, se dará inicio el proceso de conciliación de forma conjunta con la SFP. Ver Ley Art.95

Si se aceptan las condiciones del contratista se expide la orden de cambio de forma de minuta o nota de bitácora (de ninguna manera se aceptará un oficio aun cuando se hayan conciliado estos cambios). Se procede a ejecutar los cambios para seguir con su evaluación de tiempo y costo; lo que resta del proceso es prácticamente similar al del procedimiento de cambios urgentes.

Si el cambio no se debió a un REWORK otra posibilidad es que el cambio se deba a una suspensión total o parcial de la obra. Si el cambio se debió a esto último se procede al trámite de pago de gastos recuperables además de que el residente debe emitir un acta circunstanciada para proceder con el trámite y contratista debe de justificar todos esos gastos. Reg. Art. 145 y 146[29]

Si el cambio no es REWORK ni una suspensión de obra la pregunta sería ¿es posible determinar con exactitud las cantidades e importes para la definición del nuevo precio? En caso de que la respuesta sea no, es que hubo algún error u omisión en los planos del proyecto y como consecuencia de esto se requiere de una conciliación con las partes involucradas pudiendo incluir

o no a la SFP; en caso de poder definir ya el nuevo concepto se procede a llenar la forma B.4 como parte de la justificación del cambio.

Pasando esto ya se puede expedir la orden de cambio como ya se había definido anteriormente, se procede a ejecutar los conceptos y ya el resto del proceso se realiza como el proceso de cambios urgentes.

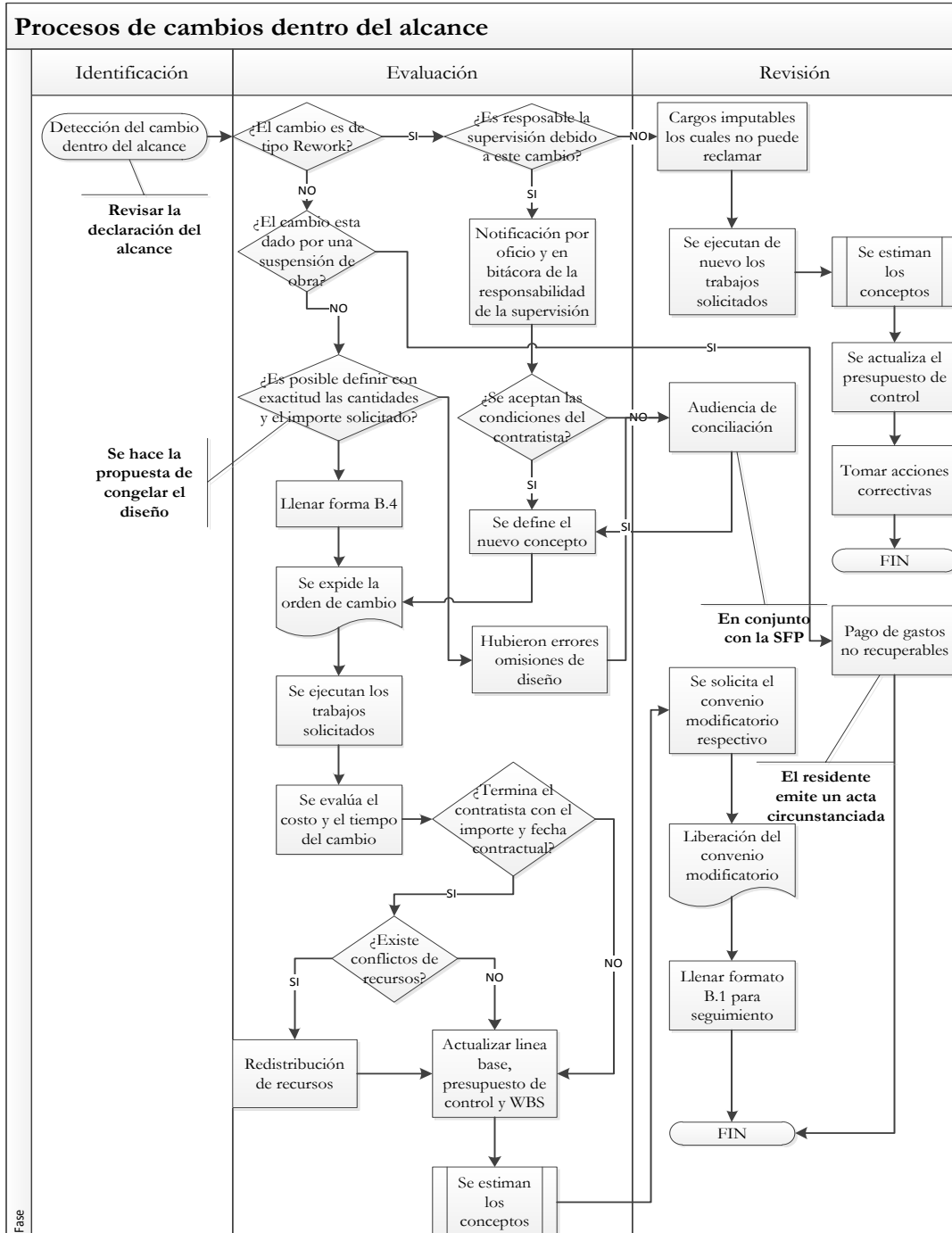


Figura 5. 7 Proceso de cambios dentro del alcance. Elaboración propia



### 5.3.3 Proceso para la gestión de cambios fuera del alcance

Este es el proceso que menos se debe utilizar para el bien común de los interesados. Como mencionan muchos autores, este tipo de cambios tiene la denominación de Scope Creep o corrupción del alcance (traducción al español) y por ninguna manera debe ser aceptado por el contratista ya que el procedimiento para volverlo parte del alcance se puede hacer muy tedioso y no ser objetivo conforme la declaración del alcance del proyecto.

El proceso inició con la detección del cambio y la lectura de la declaración del alcance, debido a que este cambio se encuentra claramente fuera del alcance, se convierte en un cambio de elección y el contratista tiene la opción de elegir libremente si lo va implementar o no. Independientemente si se va a implementar el cambio, el contratista debe llenar el formato B.3 para dar inicio a la evaluación conjunta de los interesados que de forma conjunta con la SFP tomarán la decisión respecto al cambio; de lo decidido se procede a llenar el formato B.4 para saber si el cambio fue aceptado o rechazado.

En caso de ser rechazado se tienen que llenar una minuta tomada por el comité de cambios con las razones por las que no se implementará el cambio. Seguido a esto se documentan las lecciones aprendidas y se puede dar por terminado el proceso.

Es claro que si se acepta el cambio, el contratista carga con el riesgo que implica este cambio en cuanto a que en el futuro se pueden presentar más cambios de este tipo como consecuencia de que se tiene el antecedente de haber aceptado los primeros. Una vez aceptado, se procede a la expedición de la orden de cambio, la ejecución de los trabajos y el resto es como ya se había planteado en los procesos anteriores.

Algo que marca la diferencia entre este tipo de cambio y los dos anteriores es que como se puede apreciar en proceso de la figura 5.8, se da por hecho que realizar este tipo de cambio tendrá un efecto marcado en el programa, es por eso que en el diagrama no se menciona nada acerca de una posible reprogramación de recursos para terminar en el tiempo acordado contractualmente.

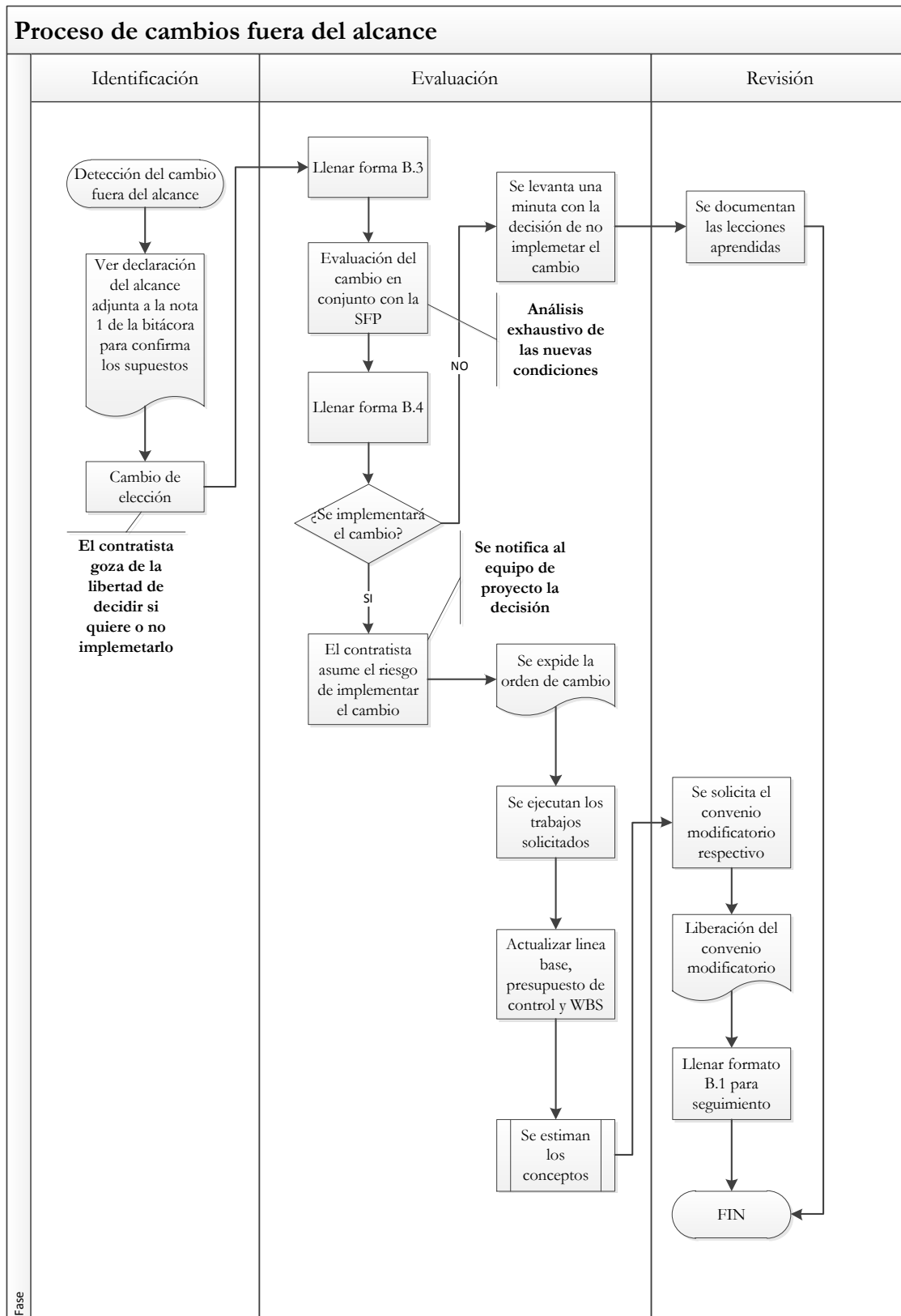


Figura 5. 8 Proceso de cambio fuera del alcance. Elaboración propia

## CAPÍTULO 6

### 6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

La presente investigación culmina con una serie de conclusiones y recomendaciones encaminadas estas últimas a apoyar un desarrollo racional del sistema que aquí se propone de una manera conceptual. Este sistema tiene el objetivo de convertirse en una herramienta que facilite y eficiente las prácticas actuales de gestión de cambios para los proyectos de Obra Pública Federal.

Lo que en este apartado se expone está fundamentado en el diagnóstico obtenido del análisis de los datos obtenidos en la encuesta realizada, en la literatura nacional e internacional referentes las prácticas de la administración de la construcción y finalmente, en la experiencia profesional de ingenieros directores de proyecto los cuales nos compartieron sus puntos de vista y fueron de gran ayuda.

#### 6.1 CONCLUSIONES

- Negarnos a todos los cambios que nos pidan puede ser una opción pero no es realista. Antes que cualquier cosa hay que considerar el hecho de que trabajar para el gobierno requiere de una alta capacidad para manejar situaciones difíciles; a fin de cuentas muchas decisiones finales serán tomadas directamente por el residente y el supervisor haciendo a un lado las propuestas y/o condiciones del contratista.
- Los efectos más notables debido a los cambios y que fueron común en todos los tipos de empresas que se analizaron fueron incrementos en promedio del 20% del tiempo original pactado así como un promedio de un 15% del importe del contrato que se debieron a los cambios realizados.

- La falta de comunicación entre el departamento de diseño interno y el despacho externo sigue siendo un problema, ya que ambos no tienen acceso a la declaración del alcance del proyecto y muchas veces no cumplen con los objetivos de éste (una buena práctica es la de congelar el diseño), además de que el residente que es el que debe vigilar la constructibilidad del proyecto no se ve involucrado la mayor parte de las veces en el proyecto.
- Los atrasos que se presentan en los pagos de estimaciones se deben muchas veces a la falta de información que justifiquen los trabajos ejecutados de forma oportuna como la de los planos “as built”.
- Muchos cambios del tipo REWORK son ocasionados mayormente por dos fuentes: una falta de actualización de los planos y especificaciones del proyecto así como su correcta documentación y la otra a una supervisión deficiente; la mayoría de las empresas encuestadas coincidieron mayormente con este último aspecto.
- Elaborar una declaración del alcance es una práctica que muchas de las empresas no realizan debido al poco conocimiento de ésta. Se sigue creyendo que una descripción general de los trabajos en la nota número uno de la bitácora es suficiente para representar los alcances que dicho proyecto, cuando en realidad el interés debe estar dirigido a los entregables que valga la redundancia se entregarán para cumplir con el proyecto.
- Persiste la mala comunicación entre los involucrados del proyecto y el problema es debido a la carencia de habilidades de negociación; he aquí la propuesta de llevar al Superintendente de la mano de un buen gerente de proyecto que, aunque no tenga relación directa con los demás involucrados, si aconseje le aconseje de la mejor manera y que todos estén satisfechos.
- Hoy en pleno siglo XXI muchas empresas no hacen uso del software necesario para el seguimiento de sus proyectos. Tanto el Microsoft Project como el Primavera entre otros tipos de software similares son utilizados alrededor de todo el mundo mostrando grandes resultados; de las Pymes dedicadas a la industria de la construcción la mayoría por desgracia no los utilizan, lo que propicia que el monitoreo sea pobre y muy susceptible a no ser buen indicador de la realidad del proyecto.

## 6.2 RECOMENDACIONES

- Cabe recordar que como se mencionó en la introducción, los procedimientos que aquí se propusieron no evalúan el efecto que pudiera ocasionar los cambios sobre más del 25% del importe de contrato; sería interesante hacer ese tipo de análisis para descubrir otro tipo de problemas que podrían traer cambios de la misma o mayor magnitud.
- Como se vio en la propuesta del proceso de gestión de cambios, es importante antes de solicitar el cambio, hacer una reevaluación del desempeño del proyecto para tomar mejores decisiones; es por esto que se insiste en que se fomente la capacitación del personal como los jefes de control y gerentes de proyecto en algún tipo de software antes mencionado para efectivamente lograr este paso.
- En cuanto a los problemas debidos a la falta de actualización en los planos, hoy en día se maneja software del tipo BIM (Building Information Modeling), que es un sistema de información basado en el modelado de proyectos durante todo su ciclo de vida. La ventaja del programa es que mantiene los cambios en el proyecto actualizados para evitar los errores durante la etapa de construcción.
- Aunque la metodología del PMI existe hace ya algunos años, desgraciadamente es desconocida en muchas empresas constructoras. Esta tesis toma gran parte de las áreas de planeación y control mencionadas en la metodología para fomentarlas entre la comunidad de contratistas y hacerles ver su enorme importancia dentro de la gestión de proyectos actual.
- La metodología que se empleó en el desarrollo de la tesis fue efectiva, sin embargo se considera que los resultados más óptimos se generan con muestras mayores a 30. Es por esto que se recomienda para un trabajo futuro hacer un análisis estadístico avanzado fundado en las bases de esta tesis, pero ya considerando algunas pruebas de hipótesis, correlaciones entre otras herramientas con la finalidad de buscar relaciones más fuertes entre las variables que generan los cambios.
- Muchos de los cambios que se presentan en los proyectos de obra pública en el país se originan debido a una falta de intereses comunes entre los involucrados, lo que genera más riesgo para el proyecto. En el mundo de la administración de proyectos existe un área destinada a resolver este tipo de problemas y es llamada *la gestión de los involucrados*, mejor

conocida por su término en inglés como **Stakeholder Management**; cuyo objetivo es apoyar a los involucrados logrando objetivos estratégicos, creando relaciones positivas entre ellos a través de sus expectativas y objetivos acordados. Este sería definitivamente un excelente tema de tesis para conocer los verdaderos orígenes de los cambios y de esa forma llevar la normatividad un poco más allá de las regulaciones actuales buscando siempre el beneficio común.

- Un punto clave dentro de todo esto es el jefe o gerente de proyecto que es el que tiene la responsabilidad de llevar a cabo todos estos procesos de gestión para encaminar el proyecto hacia el éxito. La asignación de un gerente de proyecto no es cosa fácil ya que se necesita tener muchas actitudes y aptitudes especiales que no se encuentran en muchas personas. Es altamente recomendable la formación de gerentes no sólo eficaces sino también eficientes que puedan cargar con grandes responsabilidades como las que conllevan los proyectos de gran envergadura del siglo XXI.

## BIBLIOGRAFÍA

- [1] Abdulghafoor H.(2000).Change orders in Construction Project in Saudi Arabia, King Fahd University of Petroleum and minerals Dharhan Saudi Arabia.
- [2] Alcudia C. (2002).Propuesta de un Sistema integral de Planeación y Control de Proyectos de Construcción en Yucatán Tesis inédita de Maestría en Ingeniería-Construcción, Universidad Autónoma de Yucatán, México.
- [3] Díaz J. (2005).Automatización del Control de Costos en un Ambiente Gráfico e interactivo para la toma de decisiones durante la Administración de los Proyectos de Construcción, Tesis inédita de Maestría en Ingeniería-Construcción, Universidad Autónoma de Yucatán, México.
- [4] Figueroa E. (1997).Notas de clase de programación y control de obras, DEPMI, UNAM.
- [5] Gido J. and Clements J. (2007).Administración exitosa de proyectos, Tercera edición, Cengage Learning, México.
- [6] Gray C.,Larsson E.(2009).Administración de proyectos, Cuarta edición, Mc Graw Hill, México.
- [7] Harrison F.L. (1990).Advanced Project Management, Segunda edición, Gower, Hants England.
- [8] Healy P. (1999).Project Management: Getting the job done on time and budget, Segunda edición, Butterworth-Heinemann, Australia.
- [9] Heldman K. (2002).Project Management Professional Study Guide, Tercera edición, SYBEX, CA.

- [10] Hernandez R. (2010) Metodología de la investigación, Quinta edición, McGraw Hill, México.
- [11] Ibbs W. (2003).Project Delivery Systems and Project Change: Quantitative Analysis , Civil and Environmental Engineering Univ. of California, Berkeley CA.
- [12] Ibbs W. (2007).Quantified Impacts of Project Change, Civil and Environmental Engineering Univ. of California, Berkeley CA.
- [13] Isaac, S., Navon, R. (2008).Feasibility study of an automated tool for identifying the implications of changes in construction projects. Journal of Construction Project and Management.
- [14] Levy S. (2002).Administración de proyectos de construcción, Tercera edición, Mc Graw Hill, México.
- [15] Madera J. (1995).Planeación, programación y control en proyectos industriales tesis de licenciatura, Universidad Autónoma de Yucatán, México.
- [16] Mohammad N. (1988).Metodología de la investigación, Segunda edición, Limusa, México.
- [17] Motawa, I.A., Anumba, C.J., Lee, S., Peña-Mora, F. (2007).An integrated system for change Management in construction. Automation in Construction, 16(3)368-377.
- [18] Najera C. (2000).El contrato, una Herramienta para Administrar el riesgo en Proyectos de Construcción, Tesis inédita de Maestría en Ingeniería-Construcción, Universidad Nacional Autónoma de México. México D.F.
- [19] Nicholas J. (1990).Managing Business and Engineering Projects: Concepts & Implementation, Primera edición, Prentice Hall Inc, New Jersey.
- [20] Olguín E.(1992).Planificación, control y reportes de una obra en construcción, Segunda edición, Editorial ANA, México.



- [21] Oracle White Paper (2009).Change Management Best Practices For the Engineering and Contruction Industry, Oracle Corporation, Redwood shores, CA.
- [22] Peña-Mora F.(2005).Quality and Change Management Model for Large Scale Concurrent Design and Construction Projects, Civil and Environmental Engineering Dept. Univ. Of Illinois at Urbana-Champaign IL. Engineering and Management, 134(2)139-145.
- [23] Pereña J. (1991) Dirección y gestión de proyectos, Ediciones Diaz-Santos, Madrid, España
- [24] Persuquia R. (1992).Seminario de administración y control de obras, SMIEFC A.C., México D.F.
- [25] Project Management Institute (2008). Guía de los fundamentos para la dirección de proyectos (PMBOK), Cuarta edición, PMI, Pensylvania USA.
- [26] Sanghera P. (2006).Project Management in Depth, Thompson, Cuarta edición,Boston MA.
- [27] Sanvido V. et al. (1992).Critical Success Factors for Construction Projects, Journal of construction engineering and management,Vol 118 núm 1, New York.
- [28] Secretaría de la función Pública. Ley de Obra Pública y Servicios relacionados con las Mismas, Última actualización 28 de Mayo del 2009, México.
- [29] Secretaria de la función Pública. Reglamento de la Ley de Obra Pública y Servicios relacionados con las Mismas Última actualización 28 de Julio 2010, México.
- [30] Seeley I.H.(1993).Civil Engineering Contract Administration and control, Segunda edición, The Macmillan press, London UK.

[31] Syal M. (1992).Construction Project Planning Process Model for small-medium Builders  
Journal of construction engineering and management, Vol 118 núm 4, New York

[32] Sun, M., Senaratne, S., Fleming, A., Motowa, I., Yeoh, M.L. (2006).A change management  
toolkit for construction projects. Architectural Engineering and Design Management, 2(4)261-  
271.

[33] Twort A.C. (1986).Civil Engineering Supervision and Management, Segunda edición, AISE,  
London UK.

# **ANEXOS**

## **ANEXO A. MODELO DE CUESTIONARIO APLICADO**

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
POSGRADO EN INGENIERÍA CIVIL  
DEPARTAMENTO DE CONSTRUCCIÓN

El siguiente cuestionario será aplicado con la finalidad de obtener información relevante para el trabajo de tesis que me encuentro desarrollando que lleva como título: Propuesta de gestión de cambios y reclamos durante la ejecución de proyectos dentro de la normatividad de la ley de obra pública federal.

**I. Instrucciones y definiciones**

Las siguientes instrucciones y definiciones fueron hechas con la intención de ayudar a los entrevistados a completar correctamente el cuestionario. Si alguna pregunta o término no es lo suficientemente claro, favor de preguntar al entrevistador cualquier duda que presente.

- a) Las preguntas incluidas pueden tener más de una respuesta. Selecciona la que refleje propiamente las que ha tenido la compañía como experiencia.
- b) Los proyectos de construcción “medianos” son los que presentan contratos entre diez y cincuenta millones de pesos. Quedan excluidos de la investigación otros tipos de obras públicas como lo son carreteras o presas.
- c) Una orden de cambio es definida como cualquier “alteración” a la documentación contractual. Esta puede o no puede traer efectos en el costo y/o en el programa.
- d) El contratista es la parte comprometida con el dueño (Dependencia o entidad) por medio de un contrato para la ejecución de los trabajos.
- e) El superintendente es el representante del contratista en la obra.
- f) El residente de obra es el representante del dueño, encargado de la supervisión, vigilancia, control y revisión de los trabajos ejecutados por el contratista.
- g) La supervisión es la parte comprometida con el dueño para apoyar al residente en la verificación de la correcta ejecución de los trabajos realizados por el contratista.

Envía tu cuestionario completado o con las respectivas aclaraciones en caso de que hubiera a la siguiente dirección de correo, o contacta por teléfono al encargado de la investigación por cualquier duda que pueda surgir.

Ing. José Luis Olivos Álvarez  
Facultad de Ingeniería, Unidad de Posgrado e Investigación, Depto de Construcción.  
Email. [Joseolivos.a@gmail.com](mailto:Joseolivos.a@gmail.com)  
Tel. (55)-55503188  
Cel. (55)-5591660392

## **II. Información general del entrevistado**

### **1. Llena la siguiente información acerca de tu empresa(Opcional)**

Nombre de la empresa:

Dirección:

Teléfono:

Email:

Cargo:

### ***Subraye o marque el inciso de su elección***

#### **2. La empresa donde laboras se dedica mayormente a:**

- a) Construcción (Contratista)
- b) Supervisar (Supervisión)

#### **3. ¿Cuántos años de experiencia tiene la empresa en proyectos de obra pública?**

- a) Menos de 5 años
- b) De 5 a 10 años
- c) De 10 a 15 años
- d) Más de 15 años

#### **4. ¿Cuál es el tamaño de tu empresa?**

- a) Menos de 20 empleados
- b) De 20 a 50 empleados
- c) De 50 a 100 empleados
- d) Entre 100 y 250 empleados

### **III.Particularidades del proyecto**

*De acuerdo a su experiencia, subraye o marque el inciso de su elección*

#### **UNICAMENTE CONTRATISTAS**

1. **¿Cuál es en promedio la cantidad de cambios en % al valor del contrato que ha tenido en proyectos de obra pública?**
  - a) Del 0 al 5%
  - b) Del 5 al 10%
  - c) Del 10 al 15%
  - d) Del 15% en adelante
  
2. **¿Qué herramientas utiliza mayormente para el control de sus proyectos?**
  - a) Microsoft Project
  - b) Primavera Project Planner
  - c) Opus o Neodata
  - d) Otros, especifique\_\_\_\_\_
  
3. **¿Cuál es el incremento en la terminación del programa debido a las órdenes de cambio? (% del programa original)**
  - a) Menos del 10%
  - b) Del 10 al 20%
  - c) Más del 20%
  
4. **¿Qué tipo de contrato es el más utilizado por parte de la empresa?**
  - a) Precios unitarios
  - b) Precio alzado
  - c) Mixto
  
5. **De las opciones anteriores, ¿Cuál consideras que es el más flexible en cuanto a los compromisos adquiridos con la dependencia?**
  - a) Precios unitarios
  - b) Precio alzado
  - c) Mixto

**6. ¿Las compensaciones por órdenes de cambio son mayormente?**

- a) Ajuste de precios
- b) Ampliación de plazo e importe contractual
- c) Gastos no recuperables
- d) Otra, especifique\_\_\_\_\_

**7. ¿Qué cantidad de trabajo normalmente subcontrata como % del valor del contrato?**

- a) Del 0 al 10%
- b) Del 10 al 15%
- c) Del 15 al 20%
- d) Del 20% en adelante

**8. ¿Qué tipos de cambios son autorizados sin un procedimiento formal de gestión?**

- a) Ninguno
- b) Conceptos con algún límite en el precio
- c) Conceptos “urgentes”
- d) Conceptos con límite en la cantidad

**9. ¿La relación de trabajo entre las partes involucradas es normalmente?**

- a) Muy buena
- b) Buena
- c) Regular
- d) Mala

**10. Tu personal base que es asignado desde un principio al proyecto es:**

- a) Mantenido hasta la terminación del proyecto
- b) Cambiado algunas veces
- c) Cambiado frecuentemente

---

**11. ¿Qué procedimientos utiliza mayormente al presentarse cantidades adicionales y conceptos extraordinarios en la obra?**

- a) Recibir el oficio por parte de la supervisión y ejecutarlo
- b) Anotarlo como nota en la bitácora y ejecutarlo
- c) Convocar a junta y decidir mediante una minuta si se ejecutan o no.
- d) Otros, especifique\_\_\_\_\_

**12. Al haber variaciones del proyecto original, ¿Qué problemas considera trae consigo mayormente?**

- a) Actualización de la línea base(Presupuesto y programa contractual)
- b) Incertidumbre en el costo final
- c) Incertidumbre sobre la nueva fecha de terminación
- d) Otros, especifique\_\_\_\_\_

**13. ¿Qué efectos les trae como consecuencia una suspensión de obra?**

- a) Recursos ociosos (Materiales, maquinaria y equipo)
- b) Reprogramación de actividades
- c) Finiquito de mano de obra (subcontratistas)
- d) Pago de indirectos (Equipo de proyecto en obra)

**14. ¿Cómo gestiona el contratista condiciones en el sitio diferentes a las planeadas?**

- a) Lo notifica en bitácora
- b) Se envía un oficio
- c) Propone una reunión entre las partes para levantar una minuta
- d) Da aviso directamente a la contraloría



**SUPERVISIÓN O CONTRATISTA**

- 15. El diseño de los proyectos de obras públicas es normalmente hecho:**
- a) Por el depto de diseño de la dependencia
  - b) Por un depto de diseño externo
  - c) Parte la dependencia y parte la empresa externa
- 16. ¿A qué atribuye que existan las inconformidades en los proyectos de construcción?**
- a) Errores y omisiones en planos y especificaciones
  - b) Mala supervisión
  - c) Mala interpretación ó descuido del residente
  - d) Otros, especifique\_\_\_\_\_
- 17. ¿A qué atribuye que existan deductivas de las estimaciones ya autorizadas y pagadas a la empresa contratista?**
- a) Mala revisión de la estimación por parte de la supervisión
  - b) Se han actualizados los planos de proyecto y no así algunas especificaciones
  - c) Cuantificación deficiente de la contratista y de la supervisión; por lo que concilian cantidades “erróneas”
  - d) Trabajos mal ejecutados o que no cubrieron los alcances de los precios unitarios contratados y que ya han sido cobrados.
- 18. ¿En qué etapa se ve más involucrada la dependencia o en su caso el residente?**
- a) Durante el diseño
  - b) Durante la construcción
  - c) Diseño y construcción igualmente
  - d) En ninguna de las dos

**19. ¿Cuánto es el tiempo promedio en ser autorizados los conceptos extraordinarios para su respectivo cobro?**

- a) 15 días
- b) Entre 20 y 30 días
- c) Más de 30 días

**20. ¿En qué casos entra mayormente la contraloría a resolver las disputas existentes entre las partes?**

- a) No se autoriza la estimación vigente
- b) El control financiero no concuerda con el de las diferentes partes
- c) Cambios continuos y repentinos de proyecto
- d) Debido a una suspensión, no se pagan gastos no recuperables justos
- e) Otros, especifique\_\_\_\_\_

**21. ¿A qué atribuye que existan cambios a lo largo de los proyectos específicamente de obra pública (Sucesos imprevistos, usuarios finales del proyecto)?**

- a) Proyectos inconclusos y errores en los mismos
- b) Falta de definición alcances
- c) Falta de recursos por parte de la dependencia
- d) Otros, especifique\_\_\_\_\_

**22. ¿Cuánto es el tiempo promedio en ser autorizada una estimación para pago?**

- a) 15 días
- b) Entre 15 y 20 días
- c) Entre 20 y 30 días
- d) Más de 30 días

**23. En su experiencia, ¿quién recibe comúnmente un oficio con una orden de cambio?**

- a) El superintendente
- b) El residente de frente
- c) El subcontratista

**24. ¿Qué factores determinan el atraso de una estimación?**

- a) La mala cuantificación
- b) La falta de conciliación oportuna con la supervisión
- c) Documentación faltante a la estimación
- d) Otros, especifique\_\_\_\_\_

**25. ¿Considera que un sistema de gestión de cambios sea un buen conciliador de los reclamos futuros por parte de los involucrados en el proyecto?**

- a) Si
- b) No

**Únicamente contratistas**

**IV. Causas que provocan los cambios**

El siguiente cuadro muestra una lista de las posibles causas que originan cambios. De tu propia experiencia en proyectos de obra pública, indica que tan frecuentes son esas causas en los proyectos que has ejecutado. Marca el cuadro de tu elección y si a tu consideración hay que agregar alguna otra causa, la podrás anotar en la parte inferior de la tabla.

Fuentes o causas de las ordenes de cambio	Muy seguido	Seguido	A veces	Rara vez	Nunca
<b>Grupo 1</b>					
1. Cambios en el alcance por parte de la dependencia					
2. Problemas financieros de la dependencia					
3. Cambio en el programa por parte de la dependencia					
4. Sustitución de materiales o procedimientos					
<b>Grupo 2</b>					
5. Cambio en el diseño por alguna de las partes					
6. Cambio en el diseño por terceros					
7. El alcance de los trabajos no está bien definido					
8. Errores y omisiones en el diseño					
9. Falta de comunicación entre las partes					
<b>Grupo 3</b>					
10. Condiciones diferentes en el sitio					
11. Dificultades financieras del contratista					
12. Los materiales propuestos no reúnen las especificaciones					
<b>Grupo 4</b>					
13. Consideraciones de seguridad					
14. Condiciones del clima					
15. Nuevas regulaciones gubernamentales					

## Únicamente contratistas

### V. Efectos de los cambios

La siguiente lista muestra las consecuencias o efectos del cambio en proyectos de construcción. De tu experiencia en proyectos de obra pública ya sea como contratista o supervisor, indica que tan frecuentes son esos efectos. Marca el cuadro de tu elección y si a tu consideración hay que agregar alguna otro efecto lo podrás anotar en la parte inferior de la tabla.

<b>Efecto</b>	<b>Muy seguido</b>	<b>Seguido</b>	<b>A veces</b>	<b>Rara vez</b>	<b>Nunca</b>
1. Baja la productividad de los trabajadores					
2. Atraso en la terminación de las actividades					
3. Disputas entre las partes					
4. Baja la calidad de los trabajos					
5. Incremento en el costo del proyecto					
6. Atrasos en pagos (estimaciones)					
7. Demoliciones y rehacer trabajos					
8. Resulta “engorroso” el hacer nuevos precios					
9. Problemas con los diferentes subcontratistas					

## Únicamente contratistas

### VI. Control y gestión del cambio

La siguiente lista muestra los procedimientos más comunes para la gestión y control de las órdenes de cambios. Indica que tan frecuentes son esos procedimientos en proyectos de construcción públicos. Marca el cuadro de tu elección y si a tu consideración hay que agregar algún otro procedimiento no mencionado lo podrás anotar en la parte de debajo de la tabla.

Procedimiento	Muy seguido	Seguido	A veces	Rara vez	Nunca
1. Los procedimientos para el manejo de los cambios son claros desde el principio					
2. Las órdenes de cambio son oportunas					
3. Las órdenes de cambio son negociadas por personas expertas					
4. La orden de cambio considera los efectos indirectos también					
5. Se "congela" el diseño antes de cierta etapa					
6. El WBS es usado para el rastreo de los costos de los cambios					
7. Todos los cambios de diseño están bien justificados					
8. Se fomenta el trabajo en equipo entre las partes					
9. Uso de las lecciones aprendidas					
10. Capacitación en habilidades de comunicación y/o negociación					

## **ANEXOS**

### **ANEXO B. FORMATOS DE SEGUIMIENTO, DECLARACIÓN DE ALCANCE, SOLICITUD Y AUTORIZACIÓN DE CAMBIOS**

**Proyecto:**

**Contrato:**

**Periodo contractual:**

ID	ESTATUS	DESCRIPCIÓN	FECHA DE RECEPCIÓN	FECHA DE APROBACIÓN	CANTIDAD ADITIVA	CANTIDAD DEDUCTIVA	P.U.	EFECTO EN PRESUPUESTO DE CONTRATO	EFECTO EN PRESUPUESTO DE CONTROL	EFECTO EN EL PROGRAMA	EFECTO EN LOS PLANOS	ID PLANO DE REFERENCIA

### B.1 Formato de seguimiento

**Estatus de la orden de cambio**

<b>SD</b>	Solicitado por la dependencia
<b>E/O</b>	Error y omisión de diseño
<b>CU</b>	Cambios urgentes
<b>CDA</b>	Cambio dentro del alcance
<b>CFA</b>	Cambio fuera del alcance



## A.2 Formato de declaración del alcance

1. Nombre del proyecto: \_\_\_\_\_
2. Periodo contractual: \_\_\_\_\_
3. Objetivos del proyecto:

4. Entregables del proyecto:

5. Supuestos:

- Permisos
- Anticipos
- Entrega oportuna del inmueble
- Estudios de viabilidad (adjuntar copia)
- Estudios de mecánica de suelos (adjuntar copia)
- Adjudicación del contrato a P.U. (adjuntar copia)
- Despacho de diseño definido      Nombre: \_\_\_\_\_
- Otros: \_\_\_\_\_

6. Restricciones normativas:

- Ley y Reglamento de Obras Públicas
- Entidad Mexicana de Acreditación (EMA)
- Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente
- Ley Federal sobre Metrología y Normalización
- Ley Federal sobre Monumentos y Zonas Arqueológicas, Artísticas e Históricas
- Otros \_\_\_\_\_

7. Descripción de las actividades con sus respectivos alcances:  
Anexar copia del catálogo del contrato

8. Equipo de proyecto:

- Residente de obra: \_\_\_\_\_
- Jefe de supervisión: \_\_\_\_\_
- Superintendente: \_\_\_\_\_
- Por el despacho de diseño: \_\_\_\_\_
- Por la SFP: \_\_\_\_\_

9. Hitos o puntos clave del programa:

- Fecha de entrega del proyecto: \_\_\_\_\_
- Fecha de término para los entregables 1, 2, 3...n: \_\_\_\_\_
- Fecha de entrega de equipo de instalación permanente: \_\_\_\_\_
- Día y periodicidad de corte para efectos de control del proyecto: \_\_\_\_\_
- Otros: \_\_\_\_\_

10. Condiciones del sitio:

11. Identificación de riesgos potenciales:

12. Importe presupuestado del proyecto: \_\_\_\_\_

### B.3. Formato de solicitud de cambios

Dependencia: \_\_\_\_\_

Fecha de solicitud: \_\_\_\_\_

Proyecto: \_\_\_\_\_

No de solicitud: \_\_\_\_\_

No de Contrato: \_\_\_\_\_

Plazo de ejecución: \_\_\_\_\_

Empresa Contratista: \_\_\_\_\_

Empresa de Supervisión: \_\_\_\_\_

Despacho de Diseño: \_\_\_\_\_

El cambio lo solicita:

El concepto de cambio es:

 La Residencia En cantidades La Supervisión Extraordinario El contratista

Motivo y descripción del cambio

--

Pronóstico preliminar (Adjuntar P.U. y reprogramación) :

Costo: \_\_\_\_\_

Tiempo: \_\_\_\_\_

Prioridad del cambio:

Baja

Media

Alta

Entregable que se va afectar: \_\_\_\_\_

El cambio afecta la ruta crítica y por consiguiente la duración del proyecto

Si

No

Residente de obra

Jefe de supervisión

Superintendente

## B.4 Formato para aprobación de cambios

El cambio está considerado dentro del alcance del proyecto

Si

No

Descripción y alcance del cambio

Orden de cambio autorizada

No \_\_\_\_\_

Unidad: \_\_\_\_\_

Cantidad autorizada: \_\_\_\_\_

P.U. autorizado: \_\_\_\_\_

Importe total autorizado: \_\_\_\_\_

Días naturales de ejecución: \_\_\_\_\_

Documentos que respaldan el cambio

- Notas de bitácora
- Minutas
- Planos autorizados
- Dictamen técnico y convenio modificatorio en trámite
- Orden de cambio previa autorización

Se autoriza o se rechaza el cambio: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_  
Residente de obra

\_\_\_\_\_  
Jefe de supervisión

\_\_\_\_\_  
Superintendente

## ANEXOS

### ANEXO C. GRÁFICAS Y TABLAS DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS

## 1. OBRAS DE INFRAESTRUCTURA VIAL

Tabla T 1 Causas de los cambios en obras de infraestructura vial

Causas del cambio	N		Medidas de tendencia central			
	Validos	Perdidos	Media	Mediana	Moda	Desviación E.
1	4	0	81.25	75.00	75.00	12.5
2	4	0	62.50	62.50	50.00	14.43
3	4	0	43.75	37.50	25.00	23.94
4	4	0	37.50	37.50	25.00	14.43
5	4	0	87.50	87.50	75.00	14.43
6	4	0	87.50	87.50	75.00	14.43
7	4	0	68.75	62.50	50.00	23.94
8	4	0	87.50	87.50	75.00	14.43
9	4	0	100.00	100.00	100.00	0.00
10	4	0	81.25	87.50	100.00	23.94
11	4	0	62.50	62.50	50.00	14.43
12	4	0	25.00	25.00	25.00	0.00
13	4	0	50.00	50.00	50.00	0.00
14	4	0	75.00	75.00	75.00	0.00
15	4	0	62.50	62.50	50.00	14.43

Tabla T 2 Efectos del cambio en obras de infraestructura vial

Efectos del cambio	N		Medidas de tendencia central			
	Validos	Perdidos	Media	Mediana	Moda	Desviación E.
1	4	0	81.25	75.00	75.00	12.50
2	4	0	87.50	87.50	75.00	14.43
3	4	0	93.75	100.00	100.00	12.50
4	4	0	56.25	50.00	50.00	12.50
5	4	0	75.00	75.00	75.00	0.00
6	4	0	93.75	100.00	100.00	12.50
7	4	0	43.75	50.00	50.00	12.50
8	4	0	87.5	87.50	75.00	14.43
9	4	0	100.00	100.00	100.00	0.00

Tabla T 3 Procedimientos de control en obras de infraestructura vial

Procedimientos de control	N		Medidas de tendencia central			
	Validos	Perdidos	Media	Mediana	Moda	Desviación E.
1	4	0	37.50	37.50	25.00	14.43
2	4	0	43.75	50.00	50.00	12.50
3	4	0	62.50	50.00	50.00	25.00
4	4	0	0.00	0.00	0.00	0.00
5	4	0	6.25	0.00	0.00	12.50
6	4	0	43.75	37.50	25.00	23.94
7	4	0	56.25	50.00	50.00	12.50
8	4	0	43.75	50.00	50.00	12.50
9	4	0	25.00	25.00	25.00	20.42
10	4	0	18.75	25.00	25.00	12.50

## 2. OBRAS DE INFRAESTRUCTURA DE SALUD

Tabla T 4 Causas de los cambios en obras de infraestructura de salud

Causas del cambio	N		Medidas de tendencia central			
	Validos	Perdidos	Media	Mediana	Moda	Desviación E.
1	5	0	55.00	50.00	50.00	11.18
2	5	0	55.00	50.00	50.00	11.18
3	5	0	40.00	25.00	25.00	22.36
4	5	0	15.00	25.00	25.00	13.69
5	5	0	55.00	50.00	50.00	20.92
6	5	0	70.00	75.00	50.00	20.92
7	5	0	45.00	50.00	50.00	11.18
8	5	0	85.00	75.00	75.00	13.69
9	5	0	85.00	75.00	75.00	13.69
10	5	0	95.00	100.00	100.00	11.18
11	5	0	60.00	75.00	75.00	22.36
12	5	0	25.00	25.00	25.00	17.68
13	5	0	60.00	50.00	50.00	28.50
14	5	0	65.00	75.00	75.00	13.69
15	5	0	45.00	75.00	75.00	41.10

Tabla T 5 Efectos de los cambios en obras de infraestructura de salud

Efectos del cambio	N		Medidas de tendencia central			
	Validos	Perdidos	Media	Mediana	Moda	Desviación E.
1	5	0	70.00	75.00	50.00	20.92
2	5	0	85.00	75.00	75.00	13.69
3	5	0	70.00	75.00	50.00	20.92
4	5	0	50.00	50.00	50.00	17.98
5	5	0	85.00	75.00	75.00	13.69
6	5	0	85.00	75.00	75.00	13.69
7	5	0	25.00	25.00	25.00	0.00
8	5	0	65.00	50.00	50.00	25.36
9	5	0	65.00	75.00	75.00	13.69



Tabla T 6 Procedimientos de control obras de infraestructura de salud

Procedimientos de control	N		Medidas de tendencia central			
	Validos	Perdidos	Media	Mediana	Moda	Desviación E.
1	5	0	20.00	25.00	25.00	11.18
2	5	0	50.00	50.00	50.00	0.00
3	5	0	65.00	75.00	75.00	13.69
4	5	0	15.00	25.00	25.00	13.69
5	5	0	5.00	0.00	0.00	11.18
6	5	0	40.00	25.00	25.00	22.36
7	5	0	70.00	75.00	75.00	11.18
8	5	0	50.00	50.00	50.00	0.00
9	5	0	30.00	25.00	25.00	11.18
10	5	0	10.00	0.00	0.00	13.60

### 3. OBRAS DE INFRAESTRUCTURA EDUCATIVA

Tabla T 7 Causas de los cambios en obras de infraestructura educativa

Causas del cambio	N		Medidas de tendencia central			
	Validos	Perdidos	Media	Mediana	Moda	Desviación E.
1	6	0	58.33	50.00	50.00	12.91
2	6	0	54.17	62.50	75.00	24.58
3	6	0	50.00	50.00	25.00	22.36
4	6	0	16.67	12.50	0.00	20.41
5	6	0	45.83	50.00	50.00	18.82
6	6	0	54.17	50.00	50.00	24.58
7	6	0	41.67	37.50	25.00	20.41
8	6	0	62.50	62.50	50.00	13.69
9	6	0	75.00	75.00	75.00	15.81
10	6	0	75.00	75.00	75.00	15.81
11	6	0	54.17	50.00	25.00	29.23
12	6	0	20.83	25.00	25.00	18.82
13	6	0	37.50	37.50	25.00	13.69
14	6	0	62.50	62.50	50.00	13.69
15	6	0	54.17	50.00	25.00	29.23

Tabla T 8 Efectos del cambio en obras de infraestructura educativa

Efectos del cambio	N		Medidas de tendencia central			
	Validos	Perdidos	Media	Mediana	Moda	Desviación E.
1	6	0	50.00	50.00	50.00	15.81
2	6	0	75.00	75.00	75.00	15.81
3	6	0	70.83	75.00	75.00	18.82
4	6	0	66.67	62.50	50.00	20.41
5	6	0	70.83	75.00	75.00	18.82
6	6	0	62.50	50.00	50.00	20.92
7	6	0	12.50	12.50	0.00	13.70
8	6	0	58.33	50.00	50.00	12.91
9	6	0	75.00	75.00	75.00	15.81

Tabla T 9 Procedimientos de control en obras de infraestructura educativa

Procedimientos de control	N		Medidas de tendencia central			
	Validos	Perdidos	Media	Mediana	Moda	Desviación E.
1	6	0	8.33	0.00	0.00	12.91
2	6	0	45.83	50.00	50.00	10.21
3	6	0	75.00	75.00	50.00	22.36
4	6	0	8.33	0.00	0.00	12.91
5	6	0	4.17	0.00	0.00	10.21
6	6	0	29.17	25.00	25.00	10.21
7	6	0	66.67	62.50	50.00	20.41
8	6	0	45.83	50.00	50.00	10.21
9	6	0	25.00	25.00	25.00	15.81
10	6	0	8.33	0.00	0.00	20.41

#### 4. OBRAS DE INFRAESTRUCTURA HIDRAULICA

Tabla T 10 Causas de los cambios en obras de infraestructura hidráulica

Causas del cambio	N		Medidas de tendencia central			
	Validos	Perdidos	Media	Mediana	Moda	Desviación E.
1	3	0	91.67	100.00	100.00	14.43
2	3	0	66.67	75.00	75.00	14.43
3	3	0	58.33	50.00	50.00	14.43
4	3	0	25.00	25.00	0.00	25.00
5	3	0	50.00	50.00	50.00	0.00
6	3	0	75.00	75.00	75.00	0.00
7	3	0	66.70	75.00	75.00	14.43
8	3	0	100.00	100.00	100.00	0.00
9	3	0	100.00	100.00	100.00	0.00
10	3	0	100.00	100.00	100.00	0.00
11	3	0	50.00	50.00	25.00	25.00
12	3	0	41.67	50.00	50.00	14.43
13	3	0	58.33	50.00	75.00	14.43
14	3	0	83.33	75.00	75.00	14.43
15	3	0	50.00	50.00	25.00	25.00

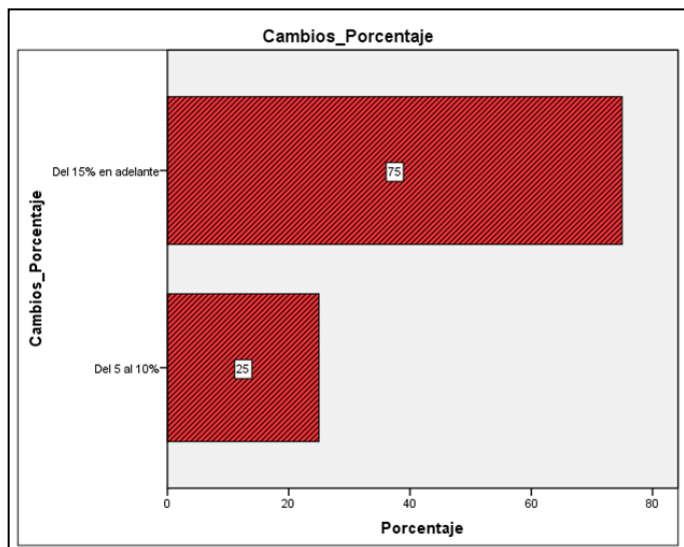
Tabla T 11 Efectos del cambio en obras de infraestructura hidráulica

Efectos del cambio	N		Medidas de tendencia central			
	Validos	Perdidos	Media	Mediana	Moda	Desviación E.
1	3	0	100.00	100.00	100.00	0.00
2	3	0	91.67	100.00	100.00	14.43
3	3	0	91.67	100.00	100.00	14.43
4	3	0	66.67	75.00	75.00	14.43
5	3	0	75.00	75.00	75.00	0.00
6	3	0	91.67	100.00	100.00	14.43
7	3	0	50.00	50.00	50.00	0.00
8	3	0	75.00	75.00	75.00	0.00
9	3	0	100.00	100.00	100.00	0.00

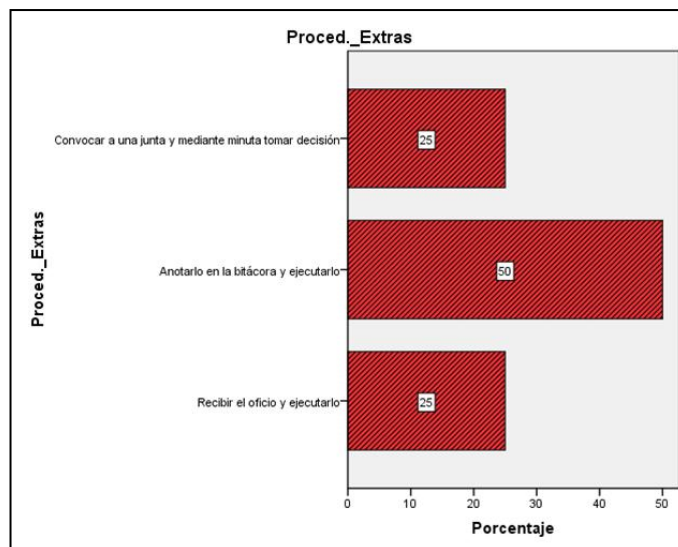
Tabla T 12 Procedimientos de control en obras de infraestructura hidráulica

Procedimientos de control	N		Medidas de tendencia central			
	Validos	Perdidos	Media	Mediana	Moda	Desviación E.
1	3	0	33.33	25.00	25.00	14.43
2	3	0	41.67	50.00	50.00	14.43
3	3	0	66.67	75.00	75.00	14.43
4	3	0	8.33	0.00	0.00	14.43
5	3	0	0.00	0.00	0.00	0.00
6	3	0	33.33	25.00	0.00	38.19
7	3	0	58.33	50.00	50.00	14.43
8	3	0	41.67	50.00	50.00	14.43
9	3	0	33.33	25.00	0.00	38.19
10	3	0	33.33	25.00	0.00	38.19

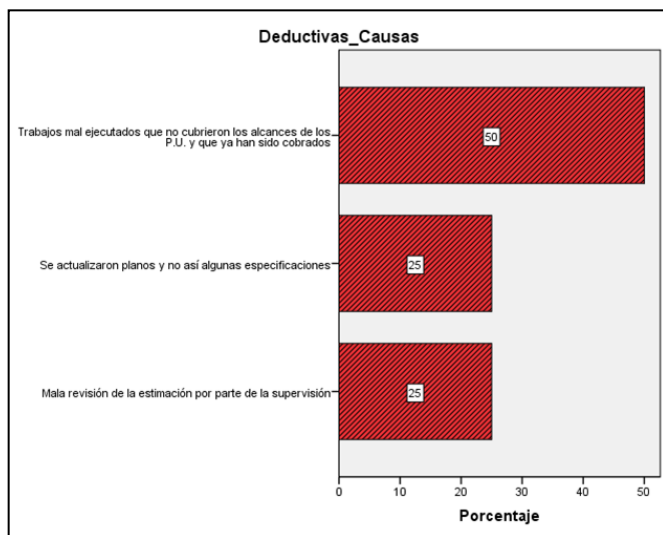
## GRÁFICAS PARA LAS OBRAS DE INFRAESTRUCTURA VIAL



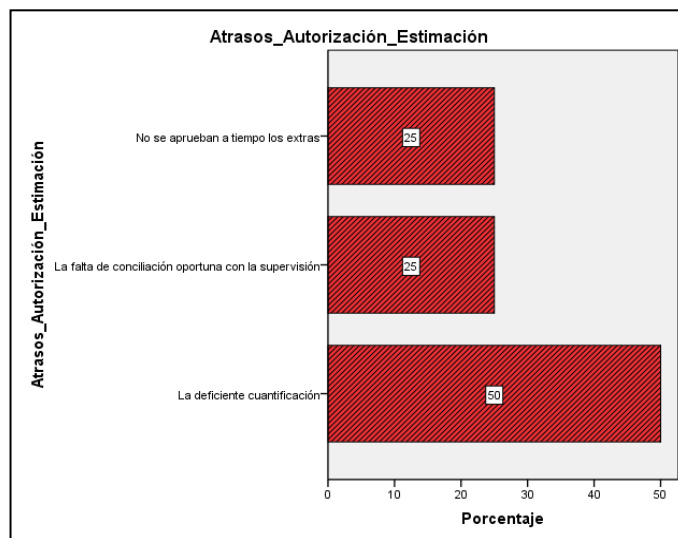
Gráfica C.1: % de cambios en proyecto



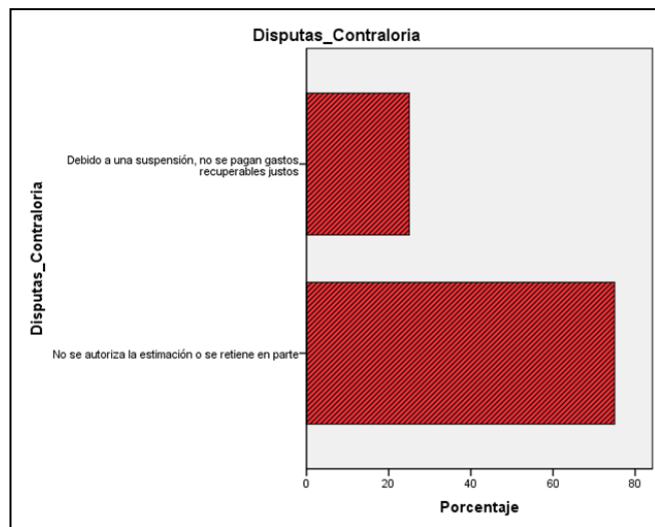
Gráfica C.2: Procedimiento ante conceptos extraordinarios



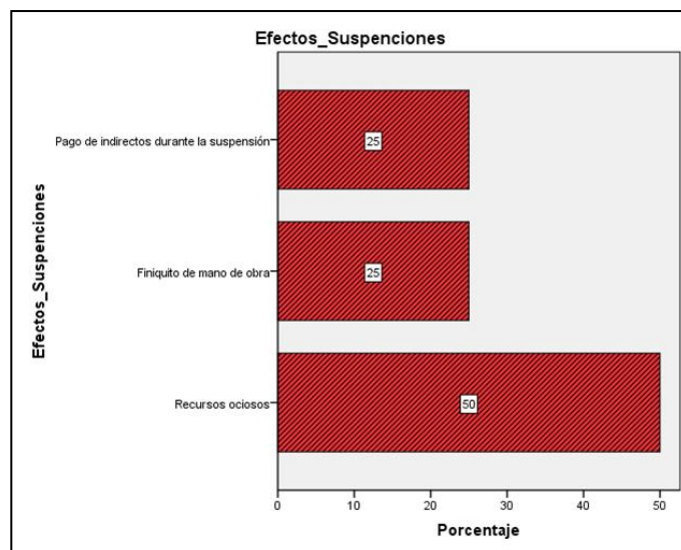
Gráfica C.3: Causas de las deductivas



Gráfica C.4: Atrasos en la autorización de estimaciones

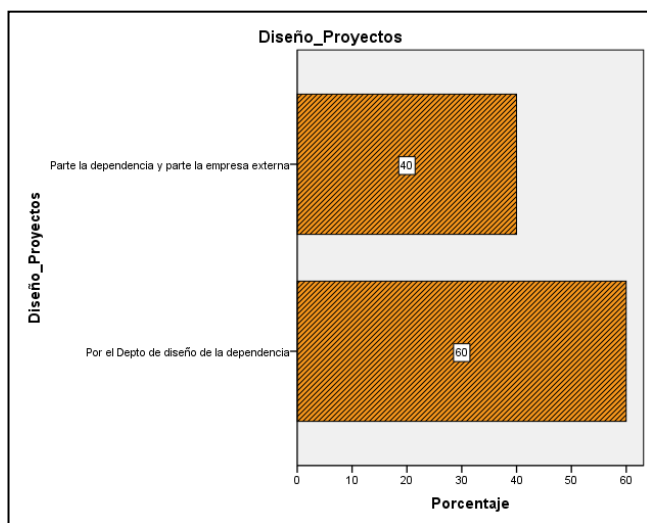


Gráfica C.5: Intervención de la contraloría debido a disputas

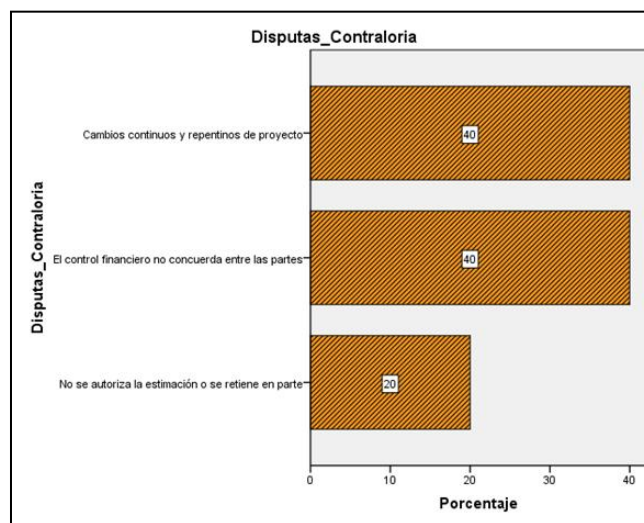


Gráfica C.6: Efectos de las suspensiones

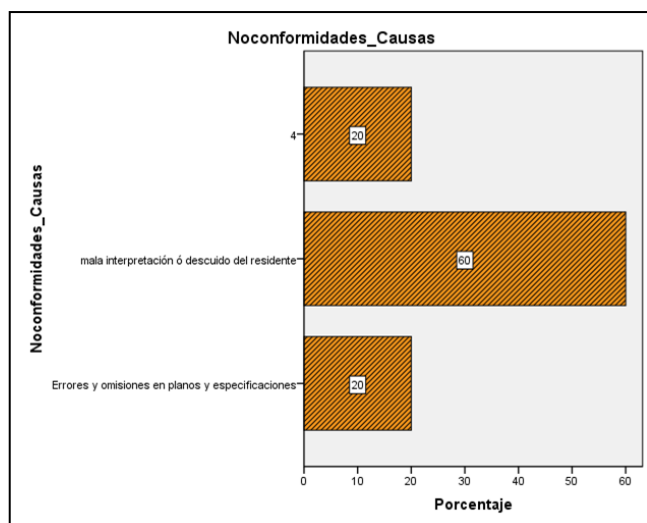
## GRÁFICAS PARA LAS OBRAS DE INFRAESTRUCTURA DE SALUD



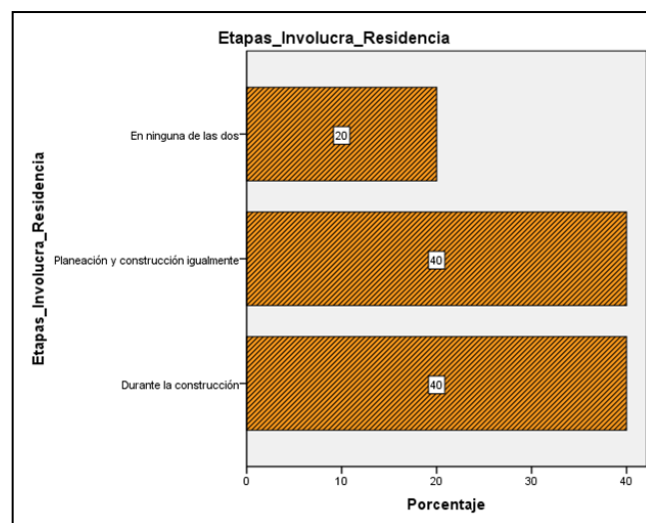
Gráfica C.7: Diseño de proyectos de obra pública



Gráfica C.8: Intervención de la contraloría debido a disputas

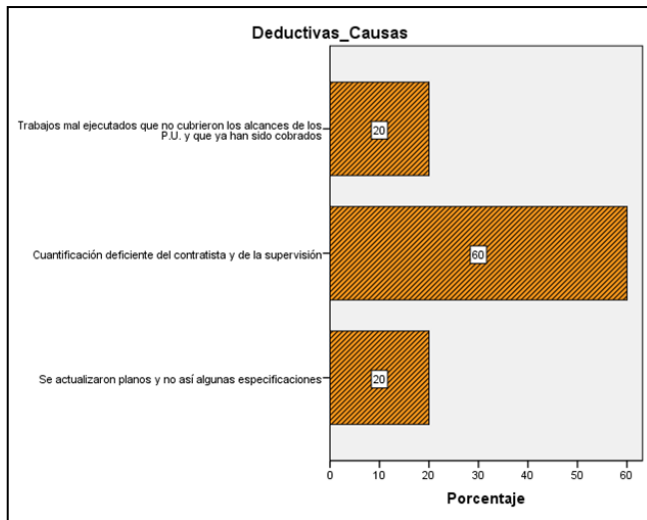


Gráfica C.9: Causas de la no conformidad

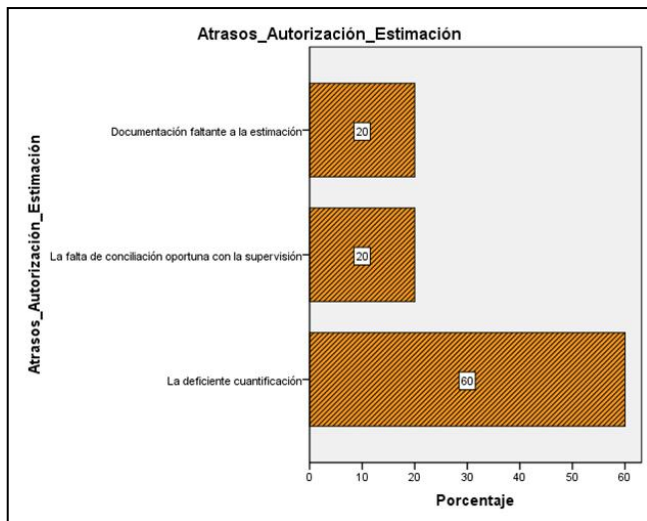


Gráfica C.10: Etapa donde se involucra más la Residencia de obra



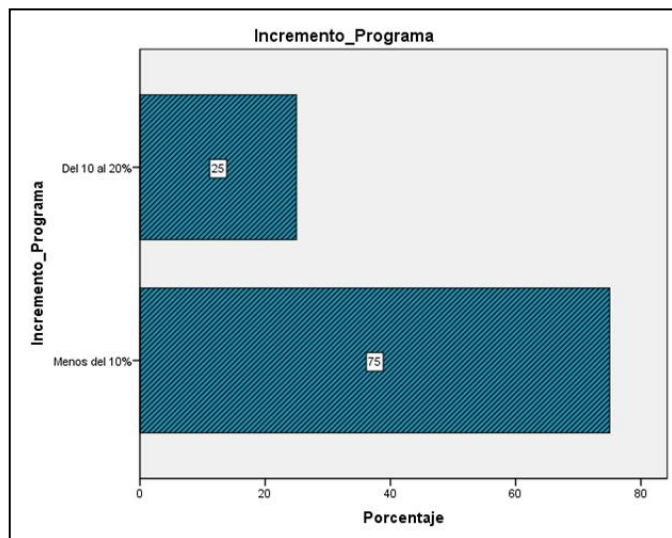


Gráfica C11: Mayores causas de la deductivas

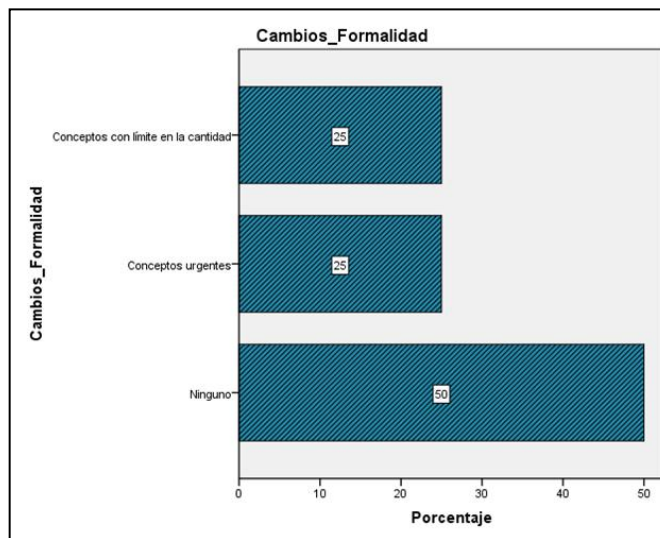


Gráfica C12: Mayores causas de atrasos en la autorización de las estimaciones

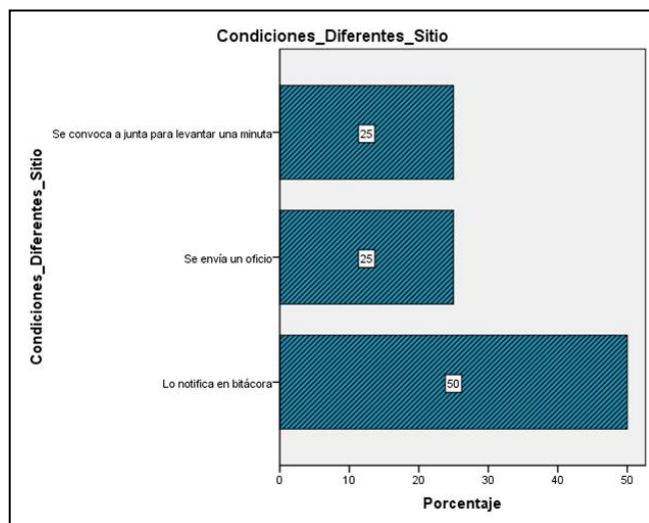
## GRÁFICAS PARA LAS OBRAS DE INFRAESTRUCTURA EDUCATIVA



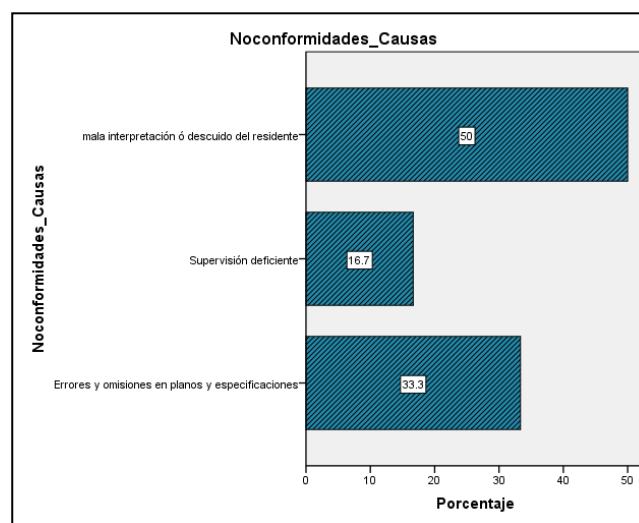
Gráfica C.13: % de incremento en el programa de ejecución



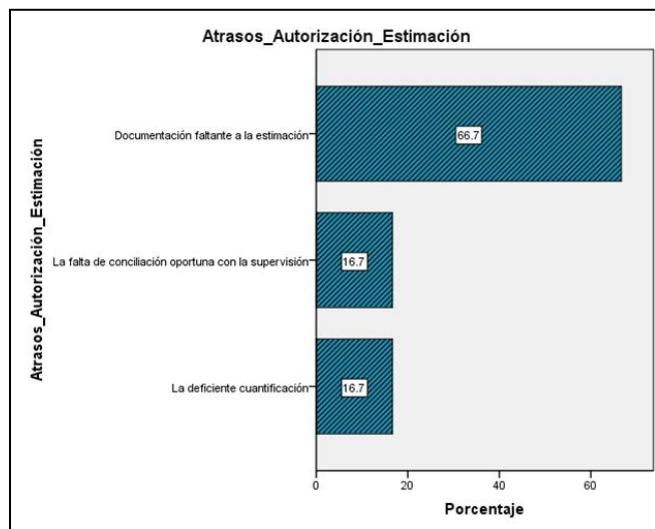
Gráfica C.14: Formalidad en la solicitud del cambio



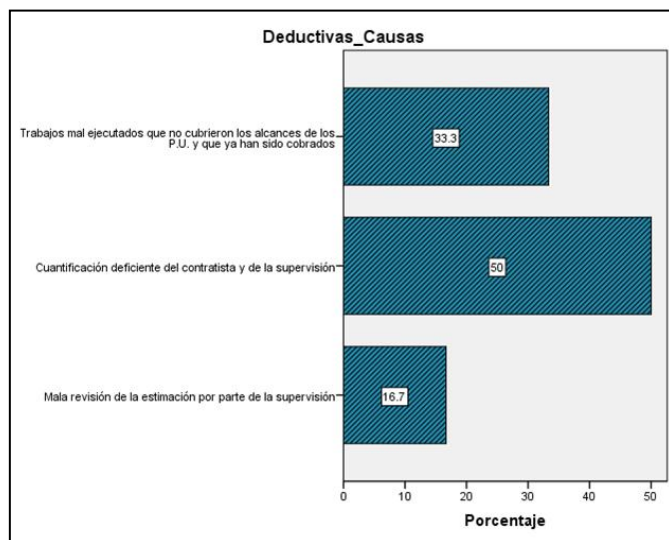
Gráfica C.15: Forma de solicitar ajustes por condiciones diferentes de sitio



Gráfica C.16: Causas de las no conformidades en los trabajos ejecutados

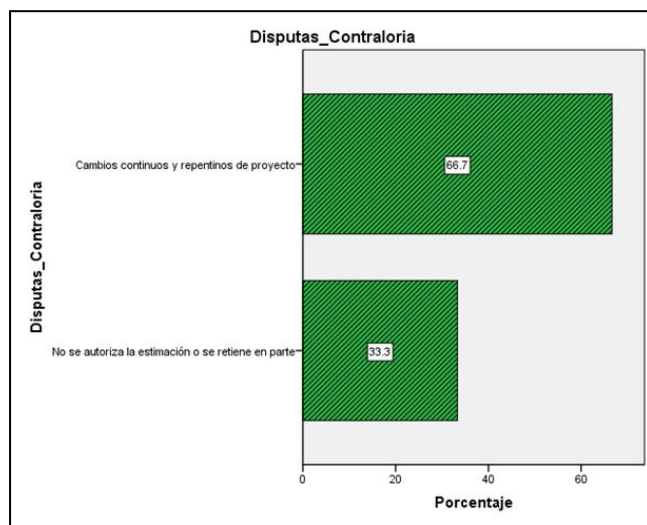


Gráfica C17: Mayores causas de atrasos en la autorización de las estimaciones.

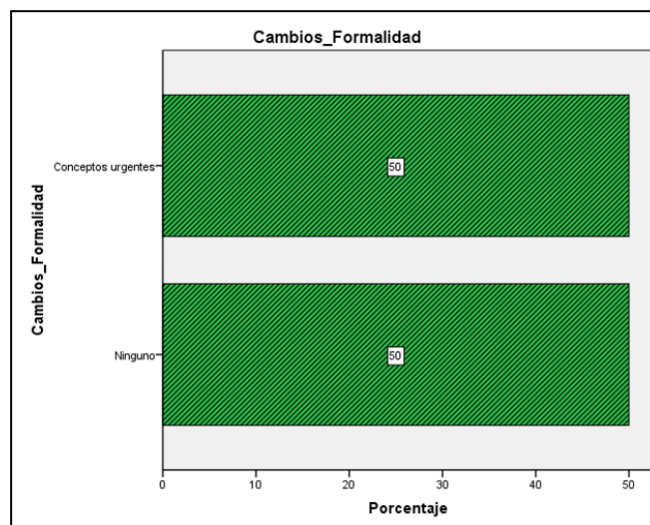


Gráfica C18: Mayores causas de las deductivas

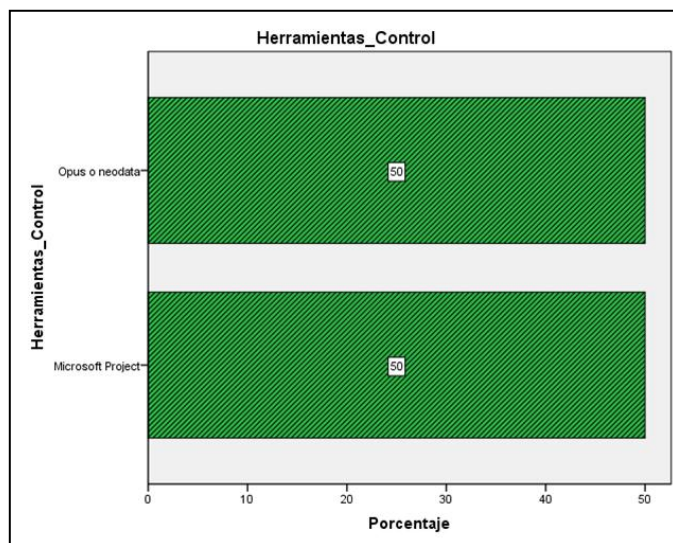
## GRÁFICAS PARA LAS OBRAS DE INFRAESTRUCTURA HIDRAULICA



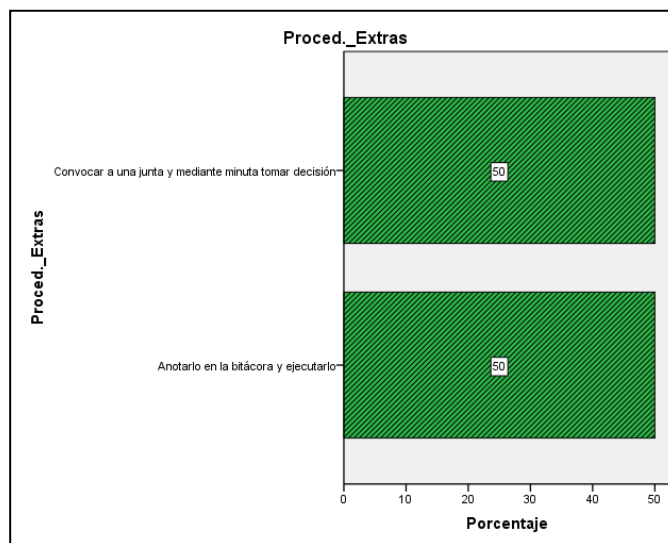
Gráfica C.19: Intervención de la contraloría debido a disputas



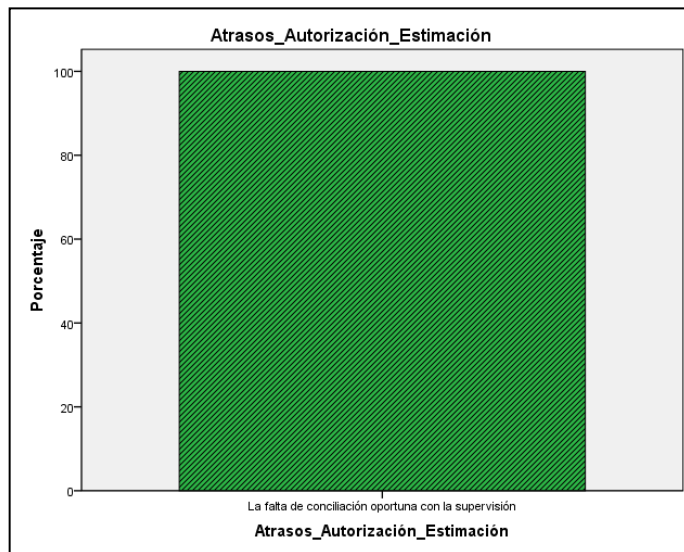
Gráfica C.20: Formalidad en la solicitud de cambios



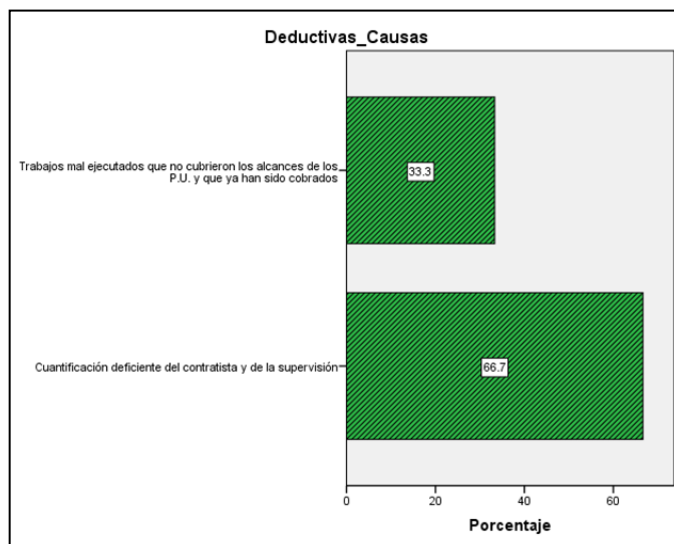
Gráfica C.21: Herramientas usadas para el control de los proyectos



Gráfica C.22: Procedimientos más usuales para evaluar los conceptos extraordinarios



Gráfica C23: Mayores causas de atrasos en la autorización de las estimaciones.



Gráfica C24: Mayores causas de las deductivas