

Instituto Tecnológico de Costa Rica

Escuela de Administración de Empresas

Escuela de Ingeniería en Construcción

Escuela de Ingeniería en Computación

Programa de Maestría Profesional en Gerencia de Proyectos



“Desarrollo de una Metodología para la planificación y control  
de proyectos de diseño de obras de construcción en Costa Rica”

Informe de Proyecto de Graduación para optar por el grado de  
Maestría en Gerencia de Proyectos

Mauricio González Amón

Silvia Masís Ramírez

San Pedro, Octubre 2009

"A nuestros padres, hermanos, novia y esposo.

Gracias por brindarnos su valioso apoyo y estimulo en todo momento."

Agradecimiento al Ing. Manuel Alán

Por sus aportes e interés en la realización de este proyecto

Profesor guía y amigo

# Contenido

<i>Resumen</i> .....	1
<i>Introducción</i> .....	1
<i>Capítulo I: Generalidades</i> .....	2
Introducción .....	2
1.1. Contexto del Proyecto .....	2
1.2. Justificación del Proyecto .....	4
1.3. Objetivos del Proyecto .....	5
1.3.1. Objetivo General .....	5
1.3.2. Objetivos Específicos .....	5
1.4. Alcances y Limitaciones .....	6
<i>Capítulo II: Marco Teórico</i> .....	9
Introducción .....	9
2.1. Generalidades de los proyectos de Diseño de Obras Constructivas en Costa Rica .....	9
2.2. Planificación y Control .....	12
2.3. Diagramas de Flujo .....	14
2.4. Organigramas .....	15
2.5. Generalidades sobre la Administración Profesional de Proyectos .....	16
2.6. Re-procesos .....	17
<i>Capítulo III: Marco Metodológico</i> .....	19
Introducción .....	19
3.1. Tipo de Investigación .....	19
3.2. Fuentes de información .....	19
3.3. Técnicas de investigación .....	20
3.4. Procesamiento y análisis de información .....	20

<i>Capítulo IV: Diagnóstico de las prácticas de diseño existentes en las empresas tipo en Costa Rica ...</i>	<i>22</i>
Introducción .....	22
4.1. Caracterización de empresas tipo.....	22
4.1.1. Organigrama típico de empresas tipo .....	23
4.1.2. Proceso típico de las empresas tipo .....	26
4.2. Descripción de prácticas vigentes de AP .....	44
4.2.1. Alcance .....	45
4.2.2. Tiempo y costo .....	49
4.2.3. Calidad .....	52
4.2.4. Comunicación.....	54
4.2.5. Riesgo .....	56
4.2.6. Integración.....	57
4.3. Análisis de prácticas vigentes de AP de Diseño en las empresas tipo.....	58
<i>Capítulo V: Análisis de re-procesos de diseño originados en la construcción .....</i>	<i>61</i>
Introducción .....	61
5.1. Nociones Básicas referentes a re-procesos de Diseño .....	61
5.2. Descripción de casos .....	66
5.2.1. Caso 1: Ampliación de Nave Industrial .....	66
5.2.2. Caso 2: Remodelación de Área Industrial de Producción .....	69
5.3. Análisis de casos.....	72
5.3.1. Análisis de Caso 1.....	72
5.3.2. Análisis de Caso 2.....	77
5.3.3. Análisis Conjunto de Casos 1 y 2 .....	80

<i>Capítulo VI: Propuesta de metodología de planificación y control del proceso de diseño en las empresas tipo</i> .....	87
Introducción .....	87
6.1. Descripción de Organigrama Propuesto .....	87
6.2. Descripción del Proceso Propuesto .....	88
6.3. Resumen de prácticas de Administración de Proyectos Propuestas .....	104
<i>Capítulo VII: Conclusiones y Recomendaciones</i> .....	105
7.1. Conclusiones Respecto a Modelo Actual.....	105
7.2. Conclusiones Respecto al Modelo Actual desde la Perspectiva de las Áreas del Conocimiento.....	107
7.3. Conclusiones respecto a Re-procesos de diseño durante construcción .....	109
7.4. Conclusiones Respecto a la Aplicabilidad de la Administración Profesional de Proyectos en Proyectos de Diseño .....	111
7.5. Recomendaciones.....	112
<i>Bibliografía</i> .....	117
<i>Anexos</i> .....	A1

---

## Índice de Figuras

<i>Figura 4.1 Organigrama de empresas de diseño tipo</i> .....	23
<i>Figura 4.2 Diagrama de proceso global de Proyectos de Diseño de Obras Constructivas</i> .....	27
<i>Figura 4.3 Diagrama de Subproceso de Ejecución de la Labor de Diseño durante las etapas de Plan Maestro, Anteproyecto, Elaboración de Planos al 30%, 60% y 90%</i> . ....	32
<i>Figura 4.4 Diagrama de Subproceso de Confección de Planos durante las etapas de Plan Maestro, Anteproyecto, Elaboración de Planos al 30%, 60% y 90%</i> . ....	33
<i>Figura 4.5 Simbología Diagrama de Proceso</i> .....	39
<i>Figura 4.6 Diagrama de proceso detallado de Proyectos de Diseño de Obras Constructivas</i> .....	43
<i>Figura 4.7 Diagrama de definición de alcance existente</i> .....	47
<i>Figura 6.1. Organigrama sugerido</i> . ....	87
<i>Figura 6.2. Simbología Diagrama de Proceso Mejorado</i> .....	97
<i>Figura 6.3. Diagrama de proceso de diseño propuesto</i> .....	103

## Índice de Figuras

<i>Cuadro 4.1. Resumen de deficiencias del proceso de diseño de acuerdo a las áreas del conocimiento de AP</i> .....	59
<i>Cuadro 5.1. Ordenes de cambio durante construcción Caso 1</i> .....	67
<i>Cuadro 5.2. Ordenes de cambio durante construcción Caso 2</i> .....	70
<i>Cuadro 5.3. Clasificación de OC del Caso 1 según causas y pesos porc. de costo</i> . ....	73
<i>Cuadro 5.4. Clasificación de OC del Caso 2 según causas y pesos porcentuales de costo</i> . ....	77
<i>Cuadro 6.1. Resumen de Prácticas de AP propuestas</i> .....	104

## Índice de Gráficos

<i>Gráfico 5.1. Frecuencia de ocurrencia de causas de re-procesos de diseño.....</i>	<i>74</i>
<i>durante la etapa constructiva. Caso 1.....</i>	<i>74</i>
<i>Gráfico 5.2. Peso económico de causas de re-procesos de diseño durante la etapa constructiva. Caso</i>	
<i>1.....</i>	<i>75</i>
<i>Gráfico 5.3. Frecuencia de ocurrencia de causas de re-procesos de diseño durante la etapa</i>	
<i>constructiva. Caso 2.....</i>	<i>78</i>
<i>Gráfico 5.4. Peso económico de causas de re-procesos de diseño durante la etapa constructiva. Caso</i>	
<i>2.....</i>	<i>79</i>
<i>Gráfico 5.5. Frecuencia de ocurrencia de causas de re-procesos de diseño durante la etapa</i>	
<i>constructiva. Caso 1 y 2.....</i>	<i>81</i>
<i>Gráfico 5.6. Peso económico de causas de re-procesos de diseño durante la etapa constructiva.</i>	
<i>Casos 1 y 2.....</i>	<i>82</i>

## Índice de Anexos

Anexo 1. Hojas de información de estudiante

Anexo 2. Carta de entendimiento

Anexo 3. Acta de constitución

Anexo 4. Ejemplo EDT

Anexo 5. Estructura almacenamiento información

Anexo 6. Informe resumen información básica

Anexo 7. Minuta de reunión

Anexo 8. Cuestionario Constructabilidad

Anexo 9. Orden cambio de diseño

Anexo 10. Lecciones aprendidas

Anexo 11. Bases de diseño

Anexo 12. Valor ganado



# Resumen

---

La gran mayoría de las empresas dedicadas actualmente al diseño de obras constructivas en Costa Rica administran sus proyectos por medio de prácticas basadas en una ideología reactiva y correctiva que se fundamenta en la experiencia de sus profesionales y que no necesariamente constituye el proceso idóneo para la gestión de sus proyectos.

A lo anterior se suma el hecho de que uno de los problemas más comunes y de mayor incidencia en el ámbito de diseño de proyectos constructivos, lo constituyen los re-procesos orientados a la corrección de errores, omisiones y sobre-diseños. Estos re-procesos suelen ser determinantes en la rentabilidad que una empresa de consultoría obtiene por la realización de determinado proyecto de diseño, dado que las ganancias se fundamentan en la eficiencia y eficacia con la que se proporcionan soluciones constructivas.

Con el presente proyecto, se busca implementar un mecanismo metodológico que permita administrar proyectos de diseño de obras de construcción de una forma más proactiva, de manera tal que se logre disminuir o evitar los re-procesos de diseño y así alcanzar un producto más acorde con las expectativas de tiempo y costo tanto del cliente como de la constructora que se hará cargo de la ejecución de la obra.

## **Palabras Claves**

Acta de constitución, bases de diseño, calidad en proyectos, control, constructabilidad, cronograma, documentación de proyectos, lean construction, lecciones aprendidas, Pareto, planificación, plantillas, re-procesos, riesgo en proyectos de diseño, valor ganado.

## **Summary**

The vast majority of companies currently engaged in the design of construction works in Costa Rica manage their projects through practices based on a reactive and corrective ideology that is based on the experience of its professionals. This process is not necessarily suitable for the management of their projects.

To this is added the fact that one of the most common and most relevant problems in the field of construction project design, consists of reoriented processes to correct errors, omissions and overdesign. These reprocesses are often decisive in the return that a consulting firm obtained by conducting a specific design project, because profits are based on efficiency and effectiveness with which they provide constructive solutions.

This project seeks to implement a methodological mechanism that allows to manage projects from design to construction applying a more proactive manner that helps to reduce or avoid the redesign processes and thus, achieve a more consistent product with expectations of time and cost for the client and the builder who will be responsible for the execution of the work.

### **Keywords**

Basis of Design, charter, constructability, control, earned value, lean construction, lessons learned, planning, project documentation, programs, quality in design projects, re-design processes, risk in design projects, templates.

---

# Introducción

---

Este documento se establece con el propósito de dar un lineamiento metodológico que permita mejorar el planeamiento y control de proyectos de diseño incorporando herramientas, prácticas y procedimientos que permitan evitar o disminuir la necesidad de re-procesos de diseño.

De esta manera se pretende disminuir el riesgo de incumplir los plazos establecidos, el desperdicio de recursos que se origina en este tipo de proyectos debido a re-diseños y re-procesos orientados a corregir defectos, errores, omisiones en planos y así mejorar el proceso de construcción en tiempo, costo y calidad.

El planteamiento de una metodología que permita disminuir o eliminar la ocurrencia de la problemática descrita anteriormente permitirá a las empresas de diseño ahorrar dinero al reducir el tiempo requerido para afrontar los problemas indicados. Asimismo, se logrará optimizar consecuentemente el proceso de construcción pues la empresa contratista podrá disponer de un juego de planos que se adapte mejor a la realidad constructiva, lo cual beneficiaría adicionalmente al cliente, pues la necesidad de modificaciones y cambios durante la etapa constructiva disminuiría considerablemente y se dedicarían los recursos exclusivamente a la construcción del proyecto y no a la corrección de errores u omisiones en planos. Esto produciría un ahorro en tiempo y costo que va de la mano de un producto de mayor calidad que el que se brinda actualmente como resultado de los servicios de consultoría.

# Capítulo I: Generalidades

---

## Introducción

Este capítulo pretende ser una referencia de las generalidades del proyecto. Se describirá el entorno en el que se desarrollan los proyectos de diseño en este país. A partir de este entorno es que se justifica la realización de este proyecto y por consiguiente se definen los objetivos que se pretenden alcanzar con el desarrollo del mismo.

Se enumeran también el alcance y limitaciones del proyecto para poder ubicar al lector en los productos que puede esperar del desarrollo de este trabajo.

### 1.1. Contexto del Proyecto

El problema que más afecta el diseño de proyectos constructivos es la aparición de re-procesos orientados a corrección de errores, omisiones, sobre-diseños o inconsistencias en planos. Estos errores, omisiones e inconsistencias suelen deberse entre otras causas a:

- a) Elaboración de planos sin disponer de los requerimientos de diseño necesarios para dicha labor.
- b) Mala administración de la información básica proporcionada por el propietario para realización de diseños.
- c) No documentación ni aprovechamiento de lecciones aprendidas.
- d) Procesos de comunicación deficientes en el interior de la empresa de diseño.
- e) Procesos de comunicación deficientes entre el cliente y la empresa consultora.
- f) Mala planificación del trabajo

- g) Un análisis pobre o limitado por parte del diseñador de la factibilidad constructiva de determinada solución.
- h) Plazos de entrega ajustados y escasez de recursos calificados.

Previo a la etapa de construcción de determinado proyecto, los re-procesos de diseño tienen implicaciones económicas sobretodo en las empresas dedicadas a esta actividad, pues estas deben invertir tiempo y recursos humanos en la solución de problemas constructivos que pudieron haberse resuelto en una sola vez. Paralelamente, los rediseños suelen producir atrasos en entregas de planos que afectan las expectativas del cliente en cuanto a tiempo, y esto, algunas veces suele estar relacionados con pérdidas económicas por parte del propietario.

Por otro lado, los procesos de rediseño que se dan durante las etapas posteriores a la adjudicación del proyecto a una empresa constructora o bien durante etapa constructiva suelen tener implicaciones importantes en costo, tiempo y calidad tanto sobre la empresa diseñadora como sobre la empresa constructora y el cliente. El rediseño de determinado aspecto durante la construcción suele implicar cambios en la obra que se encuentra en construcción, lo cual produce los siguientes desperdicios de recursos:

- a) El diseñador debe invertir tiempo y recurso humano en volver a analizar determinado problema y dar una solución.
- b) El constructor debe invertir tiempo y recurso humano en analizar el cambio, cotizarlo y ejecutarlo.
- c) El propietario debe pagar el costo asociado a la construcción del cambio originado en el rediseño.
- d) Existen muchas veces costos constructivos paralelos al rediseño tales como demoliciones, adaptaciones, redistribuciones y en general, re-trabajos correctivos.

- e) La aparición del cambio origina modificaciones en la fecha de entrega del proyecto, o bien, disminuciones en especificaciones de calidad orientadas a recuperar tiempo perdido.

Por todo lo expuesto anteriormente, es que se puede afirmar que el proceso constructivo está caracterizado por ser un proceso muy desgastante, tanto para constructores como para diseñadores, inspectores y propietarios.

Los ingenieros en la construcción, en lugar de dirigir las obras de acuerdo a planos y al programa de entregas, deben entrar en una rutina con el diseñador-inspector-cliente orientada a definir lo que realmente se debe hacer. Esto hace que el tiempo de construcción se prolongue y por consiguiente los problemas en la relación cliente-constructor-diseñador empiezan a surgir, se empiezan a presentar sobrecostos, atrasos e incumplimiento de especificaciones.

## **1.2. Justificación del Proyecto**

Actualmente, uno de los problemas más comunes y de mayor incidencia en el ámbito de diseño de proyectos constructivos es la aparición de re-procesos orientados a corrección de errores, omisiones, sobre-diseños o inconsistencias en planos.

Los re-procesos suelen ser un aspecto determinante en la rentabilidad que obtiene una empresa de consultoría por la realización de determinado diseño, dado que las ganancias de estas empresas se fundamentan en la eficiencia con la que estas proporcionan soluciones constructivas. Cuanto menos tiempo se invierta en la proposición de una solución, mayor es la ganancia obtenida por esta actividad.

Es aquí donde surge la necesidad del proyecto, ya que con la implementación de un mecanismo como el que se propone, se puede disminuir o evitar la necesidad de re-procesos y lograr como resultado un diseño más depurado que permite acercar el costo y plazo de obra a las expectativas del cliente.

Solo a través de la implementación de una metodología como la planteada es que se puede pasar de la situación actual a una en donde se minimicen el desgaste y los re-procesos de los que actualmente son objeto la construcción y el diseño en nuestro país.

### **1.3. Objetivos del Proyecto**

#### **1.3.1. Objetivo General**

- Desarrollar una metodología para la planificación y el control de proyectos de diseño de obras de construcción en Costa Rica.

#### **1.3.2. Objetivos Específicos**

- Determinar las características generales de las empresas de diseño en Costa Rica
- Determinar las características del proceso de planificación y control de los proyectos de diseño que existe actualmente, analizándolo desde la perspectiva de las áreas del conocimiento del Project Management Institute (PMI) que aplican según la naturaleza de este trabajo
- Definir cuál es el proceso de diseño típico utilizado actualmente en las empresas consultoras
- Identificar por medio de un análisis de casos prácticos las causas más comunes que dan origen a los re-procesos en la etapa de diseño dentro de las empresas típicas elegidas para el estudio.
- Definir cuáles son los problemas más comunes que se originan en la etapa de construcción como consecuencia de errores, omisiones, sobre-diseños o inconsistencias en los planos, los cuales generan re-procesos para las empresas consultoras y constructoras

- Identificar el impacto de estos errores en las condiciones originales de plazo del proyecto
- Definir la metodología y las herramientas que pueden ayudar a minimizar los re-procesos y el desgaste que estos generan en todos los involucrados en cada una de las áreas del conocimiento que se van a analizar en este proyecto

---

#### **1.4. Alcances y Limitaciones**

El presente proyecto incluye:

- a) Caracterizar el perfil típico de las empresas de diseño de obras de construcción en Costa Rica.
- b) Definir el proceso de planificación y control que se utiliza actualmente y de manera común en proyectos de diseño de obras de construcción.
- c) Identificar por medio del análisis de dos casos prácticos, los errores más comunes que dan origen a re-procesos en proyectos de diseño.
- d) Definir los impactos que se dan en el proceso constructivo a raíz de errores, omisiones o inconsistencias en el proceso de diseño.
- e) Identificar el impacto de estos errores en las condiciones originales de plazo y costo del proyecto.
- f) Definir la metodología y las herramientas que pueden ayudar a minimizar los re-procesos y el desgaste que estos generan en todos los involucrados, basándose en los fundamentos teóricos de las áreas del conocimiento de la teoría de administración profesional de proyectos.

Todos los aspectos incluidos en el proyecto generarán un documento o serán presentados en los siguientes entregables:

- a) Organigrama típico de empresas de diseño costarricenses.

- b) Diagrama de flujo del proceso típico de administración de proyectos de diseño existente actualmente.
- c) Matriz de clasificación de errores asociados a aspectos de diseño
- d) Diagrama de flujo del proceso de diseño propuesto desde el punto de vista de la planificación y el control del PMI.
- e) Procedimiento de planificación y control de proyectos de diseño según herramientas de la Administración Profesional de Proyectos.

Dentro de las limitaciones para la realización de este proyecto se encuentran:

- a) En el área de conocimiento de costos sólo se tomará en cuenta el aspecto relacionado al costo directo de horas diseñador.
- b) La información relacionada con la estructura organizacional típica, la definición del proceso de diseño típico y la caracterización de los errores en la construcción se obtendrá de la experiencia de los autores de este trabajo en el proceso diseño-construcción, de entrevistas con algunas empresas de diseño representativas del mercado costarricense y análisis de proyectos específicos de diseño.
- c) No se cuenta con bancos de información estadística previa referente a errores que impliquen re-procesos en proyectos de diseño, causas de los mismos e impacto económico sobre la construcción. Esto debido a que las empresas que han investigado estos aspectos son pocas y si disponen de dicha información, es de carácter confidencial
- d) La utilización de herramientas estadísticas para muestreo va más allá de los objetivos del presente trabajo. El estudio de la frecuencia de ocurrencia de reprocesos durante la etapa constructiva se hará con base en casos prácticos tomados de la vida real, que funcionarán a manera de ejemplos típicos y no buscan describir la totalidad de la población. Debido al carácter práctico del presente estudio y las limitaciones de tiempo, se omitirá la realización de un cálculo de tamaño de población y de muestra.

- e) Se carece de tiempo y recursos para realizar un estudio estadístico formal de las variables anteriores y se deja abierta la posibilidad de que en futuros proyectos, el estudio estadístico de estas variables sea profundizado.
- f) Se dispone de una bibliografía limitada en lo que respecta al tema de constructibilidad, factibilidad constructiva y prácticas de “Lean Construction”, Esta temática es poco conocida en el ámbito costarricense.
- g) Debido a razones de confidencialidad, los nombres de las empresas de diseño sobre las que se basa la presente investigación serán omitidos.

# Capítulo II: Marco Teórico

---

## Introducción

### 2.1. Generalidades de los proyectos de Diseño de Obras Constructivas en Costa Rica

Un proyecto de diseño constituye un servicio profesional de consultoría, y como tal, comprende todas las labores de tipo intelectual desarrolladas por ingenieros y arquitectos para la solución de los más diversos problemas de planeamiento, desarrollo, evaluación y ejecución de obras de ingeniería y arquitectura. [7]

Entre los servicios de consultoría que con más frecuencia se prestan dentro de los proyectos de diseño se pueden mencionar:

1. *Estudios preliminares*: De acuerdo con lo indicado en el Reglamento para la Contratación de Servicios de Consultoría en Ingeniería y Arquitectura [7], esta etapa comprende la identificación de los recursos disponibles, las demandas por satisfacer y la definición y coordinación de los estudios básicos por realizar. Asimismo, incluye la recolección y análisis de la información disponible, las condiciones establecidas por reglamentos, normas vigentes y las consultas a instituciones del Estado vinculadas con el proyecto.
2. *Plan Maestro*: Consiste en la concepción de un proyecto bajo una perspectiva global. En esta fase se plantea la distribución, orientación y dimensionamiento de las edificaciones que componen determinado proyecto en el terreno de interés y tomando en cuenta lo concluido a partir de la etapa de *estudios preliminares*.
3. *Anteproyecto*: Es la propuesta espacial, técnica y funcional que define el carácter e identidad de un proyecto. Debe cumplir con las necesidades

establecidas y con las regulaciones y reglamentos vigentes. [7]. Suele tener una naturaleza predominantemente arquitectónica y por tanto se basa en la presentación de elementos gráficos e iconográficos tales como fachadas, elevaciones, volumetrías, etc.

4. *Diseño y Confección de Planos (Avances 30% ,60% y 90%)*: Se refiere a la concepción y detalle del conjunto de elementos gráficos y escritos que definen con claridad el carácter y la finalidad de una obra, y que permiten construirla bajo la dirección de un profesional responsable. De acuerdo con la índole de cada proyecto, estos planos deben comprender los aspectos de distribución, estructuración e instalaciones, respaldadas por sus respectivos cálculos. Las especificaciones técnicas deberán formar parte de los planos. [7]. Se hace referencia a tres entregas que se hacen al propietario durante esta etapa y que reflejan distintos grados de avance del proyecto de diseño.
5. *Trámite de Permisos*: Consiste en la recolección y presentación ante las diversas instituciones públicas encargadas de otorgar permisos de construcción, de los documentos y requisitos necesarios para la aprobación legal del proceso de ejecución de una obra.

A continuación se detallan las instituciones básicas involucradas en el visado de planos con miras a otorgar el permiso de construcción y se describen los aspectos más generales que cada una se encarga de revisar en los planos:

*Colegio Federado de Ingenieros y Arquitectos (CFIA)*

- Firma del contrato de consultoría y que este esté debidamente completo.
- Pago de tasación del proyecto según el tamaño y costo estimado de construcción
- Presencia de profesionales responsables en el cajetín de las láminas, con números adecuados de asociación al CFIA y firmas

- Información clara de ubicación y localización del proyecto según hojas cartográficas
- Boleta eléctrica
- Presencia de sistemas de evacuación de aguas negras y pluviales diseñados.
- Tableros eléctricos diseñados

*Departamento de Bomberos del Instituto Nacional de Seguros (INS):*

- Diseño de sistema de detección y protección contra incendios
- Cumplimiento de normativas relacionadas con salidas de emergencia
- Lámina de rutas de evacuación
- Cumplimiento de reglamento NFPA (National Fire Protection Association)

*Instituto Nacional de Vivienda y Urbanismo (INVU)*

- Cumplimiento del Reglamento de Urbanizaciones y Fraccionamientos (áreas zonas verdes, frentes mínimos, retiros de quebradas, etc)
- Cumplimiento de Reglamentos de Condominio (si el proyecto es de este tipo)

*Ministerio De Salud (MS):*

- Existencia de sistemas de ventilación adecuados
- Cumplimiento de áreas mínimas según tipos de edificación y funcionamiento
- Revisión de niveles mínimos de iluminación
- Cantidad, ubicación y tipo de servicios sanitarios
- Cumplimiento de ley 7600 (Igualdad para Personas con Discapacidad)

*Municipalidad:*

- Presencia de sellos de aprobación de instituciones previamente mencionadas
- Cumplimiento de Plan Regulador (Cantidad de cobertura permitida, altura de edificaciones, uso de suelo, retiros municipales, etc.)

6. *Licitación:* Se entiende por licitación al proceso de asesoría que se da al cliente con el objeto de recomendar la modalidad o procedimiento para la selección del contratista y las condiciones de contratación de la obra. [7]

7. *Diseño y Confección de Planos (Avances 100%):* Se refiere a la elaboración final de los planos para construcción. Se supone que en esta versión de los planos se incorpora todo lo requerido para que la obra sea construida sin obstáculo alguno.

## **2.2. Planificación y Control**

Estos dos conceptos constituyen la piedra angular del presente proyecto de investigación. A continuación se procede a definirlos.

Se entiende por planificación como el desarrollo de un plan que ayude a prever el cómo se cumplirán los objetivos de un proyecto. Aquí se da énfasis a la prevención en vez de la improvisación. [4]

Dicho de otra forma, la planificación es la elaboración de un plan general, metódicamente organizado y frecuentemente de gran amplitud, para obtener un objetivo determinado, tal como el crecimiento armónico de una ciudad, el desarrollo económico, la investigación científica, el funcionamiento de una industria, etc. [14]

Algunas de las ventajas asociadas a planificar son las siguientes:

- Contribuye a actividades ordenadas y con un propósito.
- Señala la necesidad de cambios futuros.
- Proporciona una base para el control.
- Obliga a la visualización de un todo.
- Dirige la atención hacia los objetivos

Paralelamente, el concepto de control está muy ligado al de planificación. Se entiende por control como la acción de comparar lo ejecutado o real contra lo que se planeó. [4]. Otras definiciones brindadas por la Real Academia Española las constituyen las siguientes: comprobación, inspección, fiscalización, intervención

Como señalaba Farol (1916), el control consiste en verificar si todo se realiza conforme al programa adoptado, a las órdenes impartidas y a los principios admitidos. Tiene la finalidad de señalar las faltas y los errores, a fin de que se pueda reparar y evitar su repetición.

Por lo tanto, a la luz de las definiciones previamente planteadas, se puede afirmar que no se puede hablar de la existencia de control sin la existencia de la planificación. Es decir, se requiere de un plan con el cual comparar los resultados que se van dando en los proyectos, para ver si efectivamente lo que se planeó se está cumpliendo o no. Para hacer estas comparaciones se requiere de métricas que usualmente se dan en el control, por lo que estos dos procesos están estrechamente ligados, los resultados de ambos permiten mejorar los planes de futuros proyectos.

### **2.3. Diagramas de Flujo**

El Flujograma o Diagrama de Flujo, es una gráfica que representa el flujo o la secuencia de rutinas simples. Tiene la ventaja de indicar la secuencia del proceso en cuestión, las unidades involucradas y los responsables de su ejecución. (Chiavenato Idalberto. Año 1.993)

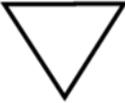
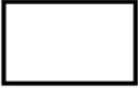
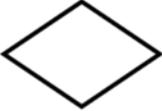
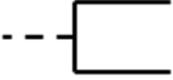
Según ese mismo autor la importancia de los diagramas de flujo es que permiten la visualización de las actividades innecesarias y verifica si la distribución del trabajo está equilibrada, o sea, bien distribuida en las personas, sin sobrecargo para algunas mientras otros trabajan con mucha holgura.

A través de los diagramas de flujo se pueden conocer aspectos relevantes respecto a un determinado procedimiento. Entre estos se pueden mencionar:

- Si resulta verdaderamente necesario efectuar cada paso o acción.
- Si la manera de realizar cada paso es la más conveniente, eficiente y económica.
- Si se produce redundancia en información o de esfuerzos y recursos.
- La posibilidad de cambiar la secuencia para ahorrar tiempo, esfuerzos y recursos.
- Si algún paso puede ser eliminado.
- Detectar donde se atrasan demasiado las actividades, restándole fluidez al procedimiento.
- El requerimiento exacto de personal para cada actividad.

En el presente trabajo se simplificará la explicación de diversos procesos por medio de diagramas de flujo. La simbología a utilizar será la de la norma ANSI. Esta se resume en el cuadro a continuación:

**Tabla 2.1. Simbología ANSI para diagramas de flujo.**

SIMBOLO	REPRESENTA	SIMBOLO	REPRESENTA
	Terminal. Indica el inicio o la terminación del flujo, puede ser acción o lugar; además se usa para indicar una unidad administrativa o persona que recibe o proporciona información.		Documento. Representa cualquier tipo de documento que entra, se utilice, se genere o salga del procedimiento.
	Disparador. Indica el inicio de un procedimiento, contiene el nombre de éste o el nombre de la unidad administrativa donde se da inicio		Archivo. Representa un archivo común y corriente de oficina.
	Operación. Representa la realización de una operación o actividad relativas a un procedimiento.		Conector. Representa una conexión o enlace de una parte del diagrama de flujo con otra parte lejana del mismo.
	Decisión o alternativa. Indica un punto dentro del flujo en que son posibles varios caminos alternativos.		Conector de página. Representa una conexión o enlace con otra hoja diferente, en la que continúa el diagrama de flujo.
	Nota aclaratoria. No forma parte del diagrama de flujo, es un elemento que se adiciona a una operación o actividad para dar una explicación.		Línea de comunicación. Proporciona la transmisión de información de un lugar a otro mediante?

## 2.4. Organigramas

Son la representación gráfica de la estructura de una organización, en donde se pone de manifiesto la relación existente entre las diversas unidades que la integran, sus principales funciones, los canales de supervisión y la autoridad relativa a cada cargo. (Melinkoff. 1969)

Según Yamal Chamoun en su libro Administración Profesional de Proyectos, en proyectos se identifican tres tipos de organigramas:

- a) Funcionales: Se trata de estructuras organizadas de acuerdo a las funciones de los diferentes departamentos
- b) Projectizados: Son las estructuras organizadas en base a proyectos
- c) Matriciales: Constituyen una combinación de los dos tipos de estructuras anteriores.

## **2.5. Generalidades sobre la Administración Profesional de Proyectos**

Existen nueve áreas que afectan a todo proyecto. A continuación se presenta la definición dada por la tercera edición de la Guía de Fundamentos para la Administración de Proyectos PMBOK

- 1) Alcance: Se refiere a los procesos necesarios para asegurarse que el proyecto incluya todo el trabajo requerido, y solo el trabajo requerido, para completar el proyecto satisfactoriamente.

Una de sus herramientas principales de gestión de esta área la constituye el EDT o Estructura Desglosada de Trabajo, la cual permite la división de un proyecto en piezas o partidas manejables para ayudar a asegurar que se identifiquen todos los elementos que se necesiten para complementar el alcance del trabajo del proyecto.

- 2) Tiempo: Se refiere a los procesos necesarios para asegurarse que el proyecto se concluya dentro del tiempo previsto.

Unas de las herramientas principales para la gestión del tiempo la constituyen los cronogramas y los diagramas de Gantt. Un cronograma consiste en una lista de todos los elementos terminales de un proyecto con sus fechas previstas de comienzo y final. Un diagrama de Gantt puede proporcionar una representación gráfica de un cronograma del proyecto.

- 3) Costo: Se refiere a los procesos necesarios para asegurarse que el proyecto se concluya dentro del tiempo y el presupuesto previstos.

El costo suele planificarse mediante presupuestos. Una de las herramientas de control principales la constituye el Valor Ganado, la cual mide el coste presupuestado de la cantidad de trabajo realmente finalizado en un momento dado de un proyecto.

- 4) Calidad: Incluye todas las actividades que determinan las políticas, los objetivos y responsabilidades relativos a la calidad de modo que el proyecto satisfaga las necesidades por las cuales se emprendió.

La calidad contempla todos los procesos orientados a gestionar el conjunto de propiedades inherentes a algo, que permiten juzgar su valor. [14]

- 5) Recursos Humanos: Comprende todos los procesos que organizan y dirigen el equipo de proyecto.
- 6) Comunicación: Esta área del conocimiento abarca todo lo referente a los procesos necesarios para asegurar la generación, recolección, distribución, almacenamiento, recuperación y destino final de la información en tiempo y forma.
- 7) Riesgo: El área de conocimiento de riesgo incluye los procesos relativos a identificación, análisis, respuesta, seguimiento y control de los riesgos de un proyecto.
- 8) Abastecimiento: Se refiere a los procesos orientados a comprar o adquirir los productos, servicios o resultados necesarios fuera del equipo de proyecto para realizar el trabajo.
- 9) Integración: incluye los procesos y actividades necesarias para identificar, definir, combinar, unificar y combinar los distintos procesos y actividades de la administración de proyectos dentro de los grupos de proceso de la Dirección de Proyectos.

## **2.6. Re-procesos**

Un proceso se define como la aplicación de un conjunto de operaciones secuenciales orientadas a la creación de un producto. [15]

Por lo tanto, un reproceso se da cuando después de haber alcanzado un determinado producto, este no cumple con los requerimientos de costo, calidad, funcionalidad u operatividad, y se deben aplicar acciones correctivas adicionales orientadas a lograr que el producto satisfaga las necesidades por las cuales fue concebido en un principio.

# Capítulo III: Marco Metodológico

---

## Introducción

Este capítulo, como su nombre lo dice, pretende definir el procedimiento o metodología seguida para la obtención de los objetivos del proyecto.

Se define cual el tipo de investigación que se realiza, las fuentes de información utilizadas, las técnicas para obtención de información y la forma en que se procesaron y analizaron los datos para poder al final sintetizar y poder proponer soluciones o métodos que permitan resolver el problema o mejorar el proceso de diseño en este caso particular.

### 3.1. Tipo de Investigación

Este proyecto es un proyecto de investigación aplicada, orientado a la explicación.

Esto quiere decir que la finalidad del trabajo es la solución un problema que se da en la práctica para transformar dichas condiciones.

En este caso, el problema es la constante aparición de re-procesos en el proceso de diseño actual y lo que se pretende es buscar propuestas que modifiquen un poco la forma en que se desarrolla el proceso para mejora la práctica actual.

### 3.2. Fuentes de información

Este trabajo tiene tres principales fuentes de información:

**El juicio experto:** La experiencia de ambos autores es la principal fuente de información de este proyecto. Los autores se han desempeñado entre 4 y 6 años en

el diseño de obras de edificaciones y obras de infraestructura en empresas reconocidas del país.

**Entrevistas a profesionales del ámbito:** Se refiere a la consulta del criterio experto de ingenieros y arquitectos de diversas empresas involucradas en proyectos de diseño. Por motivos de confidencialidad, se omiten en este trabajo los nombres de estos profesionales y las empresas para las cuales trabajan.

**Material bibliográfico:** Esta es la tercera fuente de información para este proyecto. De material bibliográfico se obtiene las referencias para el desarrollo ordenado del proyecto. Se utiliza como principal referencia la Guía de APP del PMI. (PMBOK)

### **3.3. Técnicas de investigación**

Como se mencionó anteriormente, el aporte sustancial de este trabajo viene de la experiencia de los autores, de entrevistas y de la investigación de bibliografía.

Por esta razón las técnicas pueden describirse como una metodología de investigación lógica deductiva. Se hace un análisis de la situación que se quiere mejorar en base a los conocimientos adquiridos durante los años de experiencia (observación y entrevistas) y se analiza utilizando las herramientas encontradas en el material bibliográfico para deducir o proponer las mejoras que se pueden hacer al proceso que se esté evaluando.

### **3.4. Procesamiento y análisis de información**

En este proyecto se siguió la siguiente metodología para el procesamiento y análisis de la información:

Se realizó una lluvia de ideas para definir lo que los autores consideran es el modelo o proceso de diseño en las empresas tipo.

A partir de ahí y utilizando una matriz se identificaron las deficiencias en el proceso.

Seguidamente, se seleccionaron dos casos de estudio de la vida real, similares entre sí, con información de órdenes de cambio y su costo asociado. Esto con el fin de determinar por medio de clasificación de la información y bajo el principio de Pareto, cuáles son las causas que con mayor frecuencia dan origen a re-procesos durante la construcción y las que tiene el mayor impacto económico. Los casos fueron elegidos de acuerdo a la disponibilidad de información en las empresas tipo estudiadas y por tanto, en ningún momento buscan describir la totalidad de la población estadística, sino que más bien representan escenarios típicos en el entorno local.

De esta manera se logra identificar un precedente y se propone una guía respecto a algunas de las causas a las que se le deben poner más atención para disminuir la frecuencia de ocurrencia de re-procesos y su impacto en el costo final de los proyectos.

Es importante aclarar que la corroboración estadística de la información observada en el presente trabajo no modifica el producto final del presente trabajo, el cual es la propuesta de una metodología mejorada para diseño de proyectos de construcción. Se deja abierta la puerta para que a futuro se complemente esta investigación con una validación estadística de las conclusiones referentes a frecuencia de ocurrencia de re-procesos y su impacto económico.

# Capítulo IV: Diagnóstico de las prácticas de diseño existentes en las empresas tipo en Costa Rica

---

## **Introducción**

Este capítulo tiene como objetivo caracterizar el ámbito de aplicación del proyecto. Dado que el punto central de este es el desarrollo de una metodología para planificación y control para proyectos de diseño, primero es necesario conocer la realidad en la que está inmersa el proceso en general –marco teórico de referencia– para poder definir eventualmente, la metodología que se considere apropiada para mejorar el desempeño de las empresas que se desenvuelven dentro del campo de trabajo del diseño de obras.

Para lograr hacer esta caracterización, se definirá el tipo de empresas, su organización general y el proceso actual que estas empresas tienen para enfrentarse a los proyectos cuando estos están en su etapa de diseño.

### **4.1. Caracterización de empresas tipo**

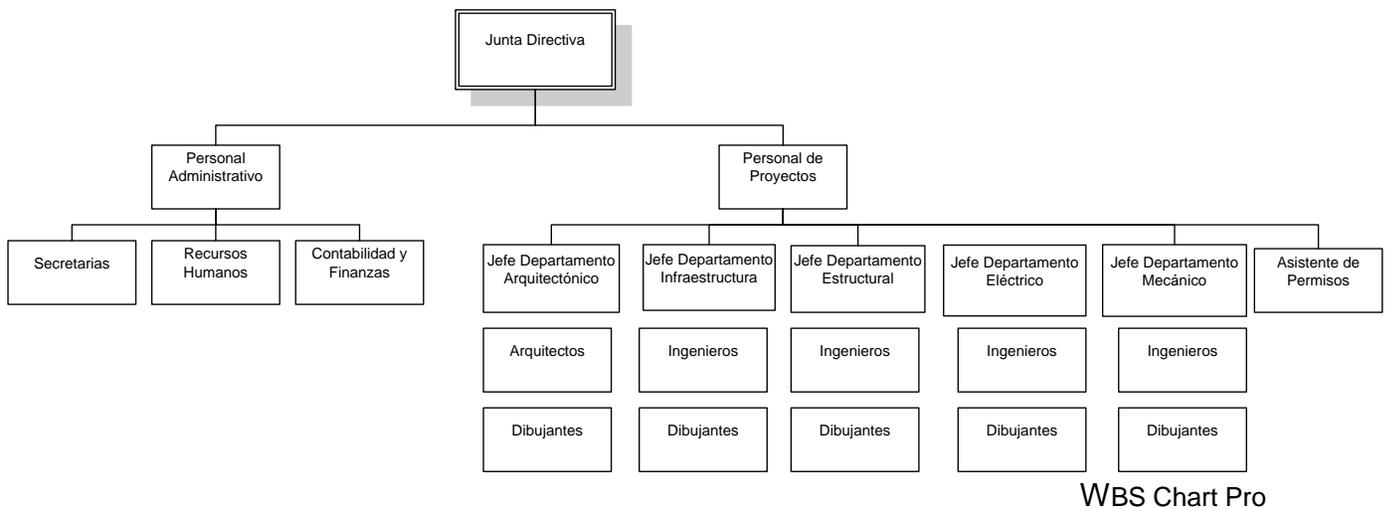
El presente proyecto establece sus bases y aplicación en el proceso de diseño de edificaciones y obras de infraestructura. En este rango de trabajo, son muchas las empresas que tienen relación con este proceso. Se pueden mencionar profesionales independientes, empresas de diseño de algún área específica de ingeniería (estructurales, electromecánicos, arquitectónicos, de infraestructura, de paisajismo), empresas de diseño integrado (que ofrecen el diseño de todas las disciplinas), empresas que desarrollan proyectos de construcción de diversa índole (residenciales, turísticos, industriales, de infraestructura) y empresas administradoras de proyectos de construcción que en ocasiones se ven involucrados en la administración de los contratos de diseño de los proyectos.

Dada la amplia gama de empresas se definen algunas características que deben tener las empresas a las cuales se dirige este proyecto. Dentro de éstas características se pueden mencionar:

- Compañías con trayectorias y experiencia acumulada de al menos diez años en diseño o administración de procesos de diseño.
- Compañías que manejen una cartera de proyectos simultáneos de diseño superior a cinco.
- Compañías que manejen proyectos de diseño e inspección en gran escala (Superior a los 1000m2).
- Compañías que se desempeñan en planificación, diseño y conceptualización de proyectos de construcción.

#### 4.1.1. Organigrama típico de empresas tipo

A continuación se muestra un organigrama típico de la constitución de las empresas tipo definidas en el punto anterior:



**Figura 4.1** Organigrama de empresas de diseño tipo

De acuerdo al organigrama anterior, las empresas están formadas por una junta directiva o gerencia, que es la jerarquía más alta en las empresas. Usualmente ésta

está conformada por los socios fundadores, quienes gozan de la distribución de los dividendos del negocio debido a su participación accionaria. La responsabilidad de atraer nuevos clientes y mantener las relaciones con los existentes recae en los socios, y por tanto, ellos constituyen el miembro con el mayor poder de decisión en la organización.

Bajo la junta directiva, el personal se divide en dos áreas principales, el área administrativa y el área técnica. El personal administrativo se encarga de todos los asuntos concernientes al funcionamiento de la organización y constituye una plataforma de apoyo para el personal de proyectos. Este personal administrativo está compuesto por secretarías, personal de recursos humanos, contadores y administradores de empresa. El área técnica está conformada por el personal de proyectos, que son los profesionales responsable de aplicar conocimientos técnicos para la concepción, diseño y especificación de sistemas de ingeniería y arquitectura en proyectos de diseño de obras de construcción. Este personal está agrupado en una estructura funcional conformada por departamentos de Ingeniería de Infraestructura, Ingeniería Estructural, Ingeniería Eléctrica, Ingeniería Mecánica, Arquitectura, sus dibujantes y asistentes técnicos respectivos. Esta área, dependiendo del tipo de empresa (de diseño, de administración o desarrolladora de proyectos) puede ser personal propio de la empresa o contratos que se hacen por proyecto. Los jefes de cada departamento por lo general son los socios de la empresa.

La figura de un Director de Proyectos no se encuentra definida en el organigrama típico de las empresas como se observa en la figura 4.1. Esto se debe a que generalmente en las empresas se asigna esta función a alguno de los involucrados del proyecto.

Se observan dos casos comunes de dirección de proyectos en las empresas:

- a) **La dirección del proyecto la ejerce uno de los socios de la firma por medio de su puesto de jefe de departamento:** el socio lidera el proyecto con el poder que le proporciona su jerarquía y que le permite delegar responsabilidades en sus subalternos. Este socio conserva dentro del proyecto funciones técnicas relativas a su formación profesional pero a la vez funge como representante de la empresa en el proyecto y define el rumbo del mismo.
  
- a) **La dirección de proyecto es delegada por los socios en un Ingeniero de Proyecto:** este es un esquema en el que un profesional especializado en alguna de las áreas técnicas de la Ingeniería o Arquitectura, funciona como enlace entre el cliente y la empresa, y como tal, tiene a su cargo la coordinación y administración de los recursos del proyecto y la toma de decisiones. Bajo este esquema, el liderazgo se ejerce bajo un enfoque de colaboración entre compañeros de trabajo, ya que el cargo no le otorga al Ingeniero de Proyecto ninguna jerarquía formal dentro de la organización. En este esquema de trabajo, los socios siguen teniendo participación en el proyecto a manera de “coachers” o bien, intervienen en caso de que se presente alguna situación que pueda implicar un riesgo para la empresa.

#### **4.1.2. Proceso típico de las empresas tipo**

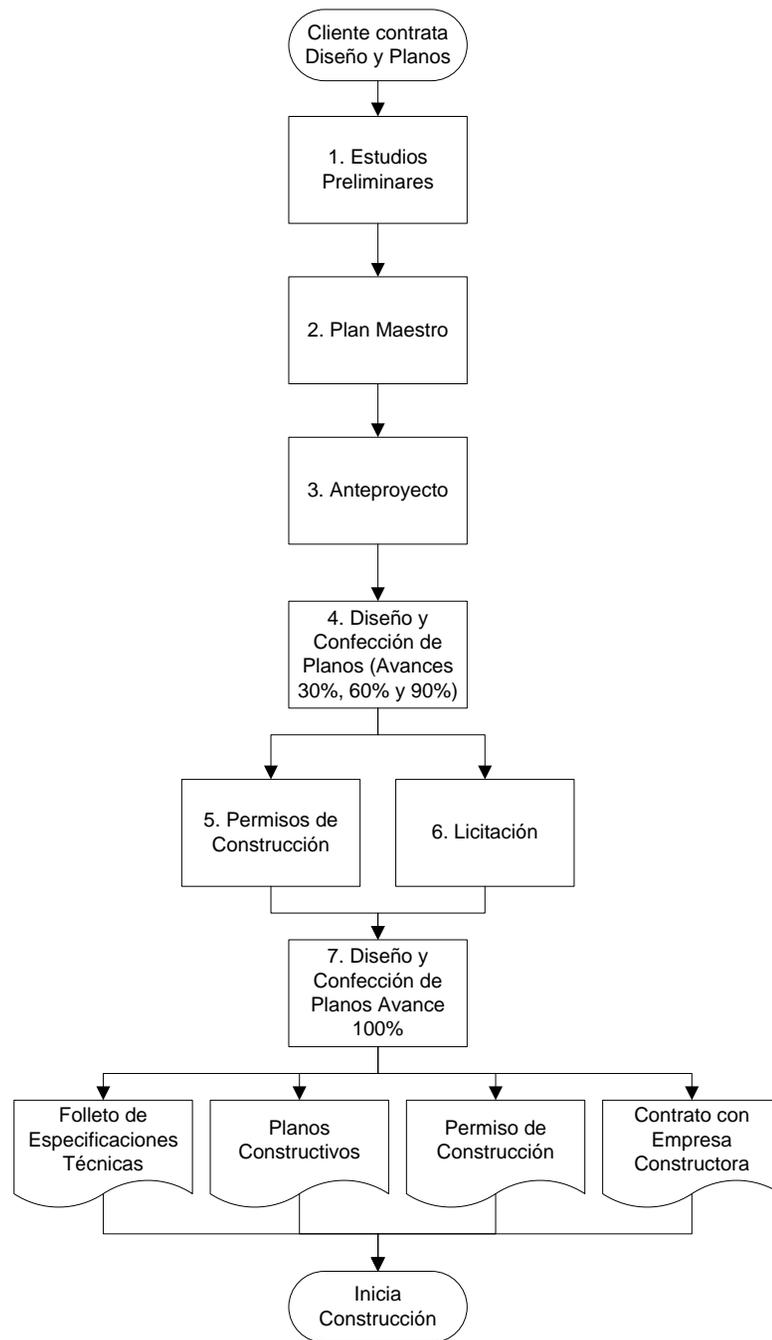
Tal como se verá en esta sección, el proceso de administración de proyectos de las empresas tipo definidas en el apartado anterior, está directamente relacionado con la estructura de la organización.

Como se mencionó previamente, el área técnica de la organización es la que se encarga de manejar los proyectos. De acuerdo a la experiencia de los autores y los aportes de colegas que se desempeñan en el ámbito de empresas a las que se dirige este proyecto, se determina la existencia de un patrón común para la administración de los proyectos de diseño de obras de construcción. Este patrón es el que se expone esta sección y constituye uno de los puntos de partida para el desarrollo del presente proyecto.

La información que se expondrá a continuación, se plantea bajo el supuesto de que se está analizando un proyecto típico y por tanto excluye el enfoque de desarrollo de proyectos bajo el esquema Fast Track, ya que en este tipo de proyectos la ejecución de las etapas de diseño, permisos y licitación se traslapan de tal manera que el flujo de actividades e de información es distinto y se realiza en una secuencia que reduce el tiempo de ejecución. El estudio de un proyecto bajo el esquema Fast Track se sale del alcance definido para este proyecto y por tanto, constituye materia de estudio para otro proyecto.

A continuación se describirá el proceso típico de administración de los proyectos cuando estos se encuentran en la fase de diseño, primero desde una perspectiva global para luego llegar a un nivel más detallado.

En términos globales, el proceso bajo el cual se desarrolla un proyecto de diseño se inicia cuando el cliente trae su necesidad de proyecto a las empresas. Si el inicio del proyecto es aprobado, las fases que le suceden pueden representarse de acuerdo al siguiente diagrama:



Visio 2007

**Figura 4.2** Diagrama de proceso global de Proyectos de Diseño de Obras Constructivas

Para ver una breve descripción de cada una de estas fases del proceso típico de un proyecto de diseño, el lector puede referirse al capítulo II de este informe. Tal como se puede ver en el diagrama, el objetivo de estas etapas es alcanzar los cuatro productos entregables principales que se muestran indicados en la parte inferior del diagrama previamente citado y que se mencionan a continuación:

1. Folleto de especificaciones técnicas
2. Planos constructivos
3. Permiso de construcción
4. Contrato con empresa constructora

Estos productos constituyen los requerimientos mínimos para el inicio de la construcción del proyecto.

Una descripción más detallada del proceso se define a continuación:

El proceso inicia cuando un cliente lleva sus necesidades a una empresa. Usualmente, el mismo propietario o socio de la empresa es quien atiende al cliente. El cliente plantea sus expectativas y necesidades y solicita una propuesta a la empresa que es lo que se conoce como oferta por los servicios de diseño. Dicha oferta por servicios incluye, además del cobro de honorarios, un estimado de tiempo para hacer el proyecto y a veces incluye costos y tiempos de referencia de construcción del proyecto. El socio es, por lo general, quien hace la propuesta de tiempo y costo de acuerdo a su experiencia previa en proyectos de naturaleza similar y muchas veces omite consultar la disponibilidad del potencial equipo de diseño que se encargará de asumir el proyecto en caso de que se apruebe su inicio.

Por lo general, el socio trata de hacer una propuesta que satisfaga las expectativas del cliente aunque éstas no sean razonables y no estén fundamentadas en la realidad de los tiempos de entrega y costos asociados a proyectos de diseño. Este fenómeno responde en gran parte a la competitividad del mercado, ya que por lo general el cliente establece una expectativa de tiempo y costo que espera que la

empresa pueda ofrecerle, o de lo contrario recurre a otras compañías que le proporcionen lo que requiere aunque dicho requerimiento no sea realista.

Esta condición genera en las empresas trabajos en horas extra, entregas tardías, entregas incompletas y disminución de la calidad con la que se lleva a cabo el proceso de diseño y elaboración de planos. Esto a su vez trae como consecuencia la aparición de errores, omisiones, sobre-diseños e incongruencias en los planos constructivos que durante la etapa de construcción de la obra se materializan en costos extra para el propietario y atrasos en la ejecución.

Con base en la información de la oferta el cliente decide si continúa con el proyecto o si prefiere desecharlo. Para continuar con el proyecto se requiere que el cliente envíe una confirmación escrita confirmando su interés de que éste se inicie. Esta confirmación escrita se suele presentar con poca formalidad, y por lo general se da a través de correo electrónico.

Seguidamente, se da una orden verbal de inicio de proyecto al que va a ser el ingeniero o coordinador de proyecto. En algunas ocasiones se le entrega un extracto de la oferta presentada al cliente que excluya el precio propuesto, pero por lo general se le suele explicar de manera personal en qué consiste el proyecto. Con esta información el director debe coordinar una reunión con el socio y el cliente para obtener la información preliminar básica de los requerimientos, necesidades y expectativas que espera que sean satisfechos por el proyecto a desarrollar.

Una vez realizado lo anterior, la empresa tipo debe iniciar su labor de recopilación de la información básica, dentro de la que se incluye:

- Plano de catastro de la propiedad
- Estudio registral de la propiedad
- Fotografías del sitio recolectadas de una gira al campo
- Plan regulador del cantón en el que se ubica el proyecto

- Leyes y reglamentos relacionados con el tipo de proyecto. Estos pueden ser de alcance nacional o de alcance interno dentro del marco normativo de la organización del cliente.

Esta información es lo primero que se debe obtener pues no involucra requisitos previos y por tanto, es la base para la recolección de información de mayor profundidad y detalle.

En el momento en el que se dispone de la información básica referida anteriormente, se da señal de inicio a tres procesos paralelos orientados a ampliar el estatus de información disponible. A continuación se describen:

- *Consultas preliminares:* Constituyen el conjunto de permisos que se pueden tramitar sin necesidad de disponer de planos elaborados previamente. Se pueden obtener presentando cartas de solicitud. Estos permisos definen el marco de restricciones bajo el cual se desarrollará el proyecto. Entre ellos se pueden mencionar: uso de suelos, alturas permitidas, disponibilidad de alcantarillado, permiso de descarga de aguas pluviales, retiros municipales, alineamientos del Ministerio de Obras Públicas y Transportes, permisos de perforación de pozos, alineamientos ferroviarios, etc.
- *Estudios preliminares básicos:* Son estudios que se desarrollan en torno al terreno en el que se llevará a cabo el proyecto y que arrojarán información indispensable para dar inicio a la concepción del mismo. Entre estos se incluyen levantamientos topográficos y estudios de suelos.
- *Estudios Preliminares Especiales:* Conforme se avanza en la recopilación y análisis de información preliminar, se empiezan a detectar condiciones especiales del proyecto que dan paso a la necesidad de contratar estudios especializados que ayuden a esclarecer aspectos muy específicos que van más allá del ámbito de conocimientos de la empresa consultora a cargo. Estos estudios varían de proyecto a proyecto y responden a necesidades específicas. Entre ellos se pueden mencionar algunos como:

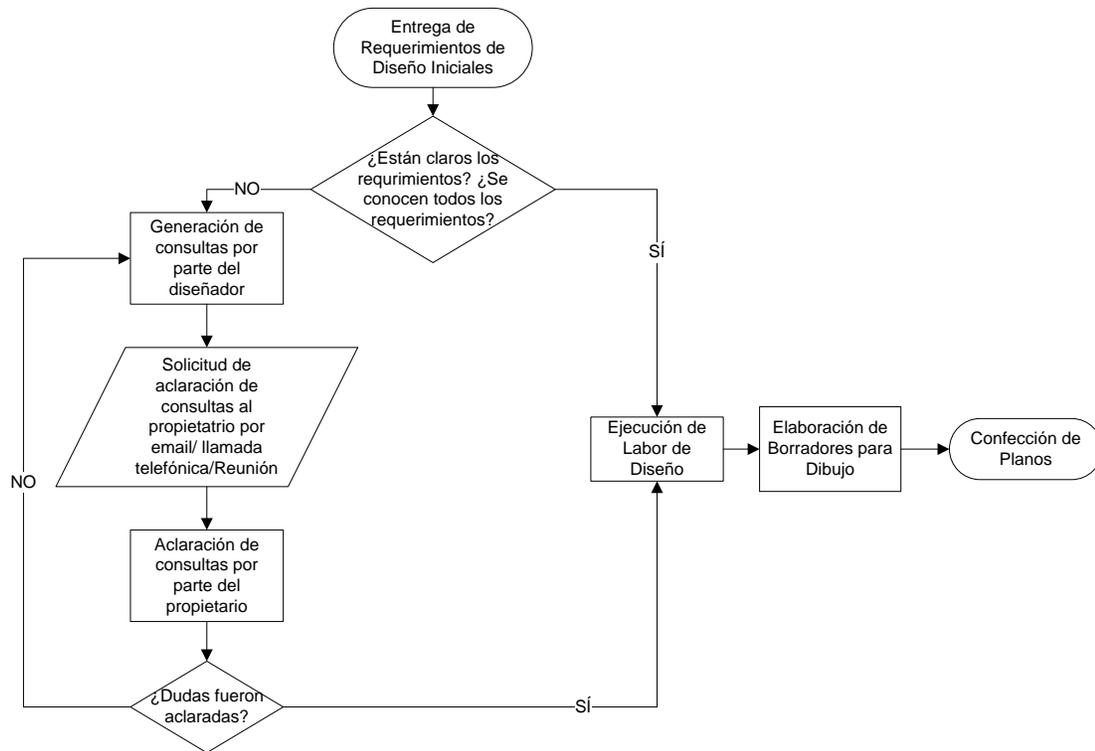
- Estudios de Hidrología
- Estudios de Geología
- Caracterizaciones Forestales
- Impacto Ambiental
- Impacto Vial
- Arqueología

Esta etapa de recolección de datos suele ser desarrollada por el Ingeniero de Proyecto-Coordinador de Proyecto con la colaboración del Asistente de Permisos. El director de proyecto se involucra en la contratación de los estudios señalados anteriormente, no obstante su participación en el trámite de permisos preliminares suele ser mínima pues la labor de permisos está delegada funcionalmente en el asistente de dicho campo. Durante esta fase, el resto del equipo de diseño prácticamente no interviene, o mejor dicho no existe un equipo de diseño en esta etapa.

Una vez finalizada la etapa de recolección de datos, continuarán de manera secuencial las fases de elaboración de plan maestro, anteproyecto y elaboración de planos de avances 30%, 60% y 90%. Por su naturaleza interactiva con el cliente, las fases de plan maestro y anteproyecto requieren un grado considerable de repetición que permita incorporar mediante un proceso cíclico de *propuesta del diseñador-revisión del propietario-solicitud de cambios-corrección de propuesta-nueva propuesta*, las diferentes ideas que retroalimentan la concepción inicial de un diseño. Esta cualidad es inevitable y siempre se va a presentar en todos los proyectos.

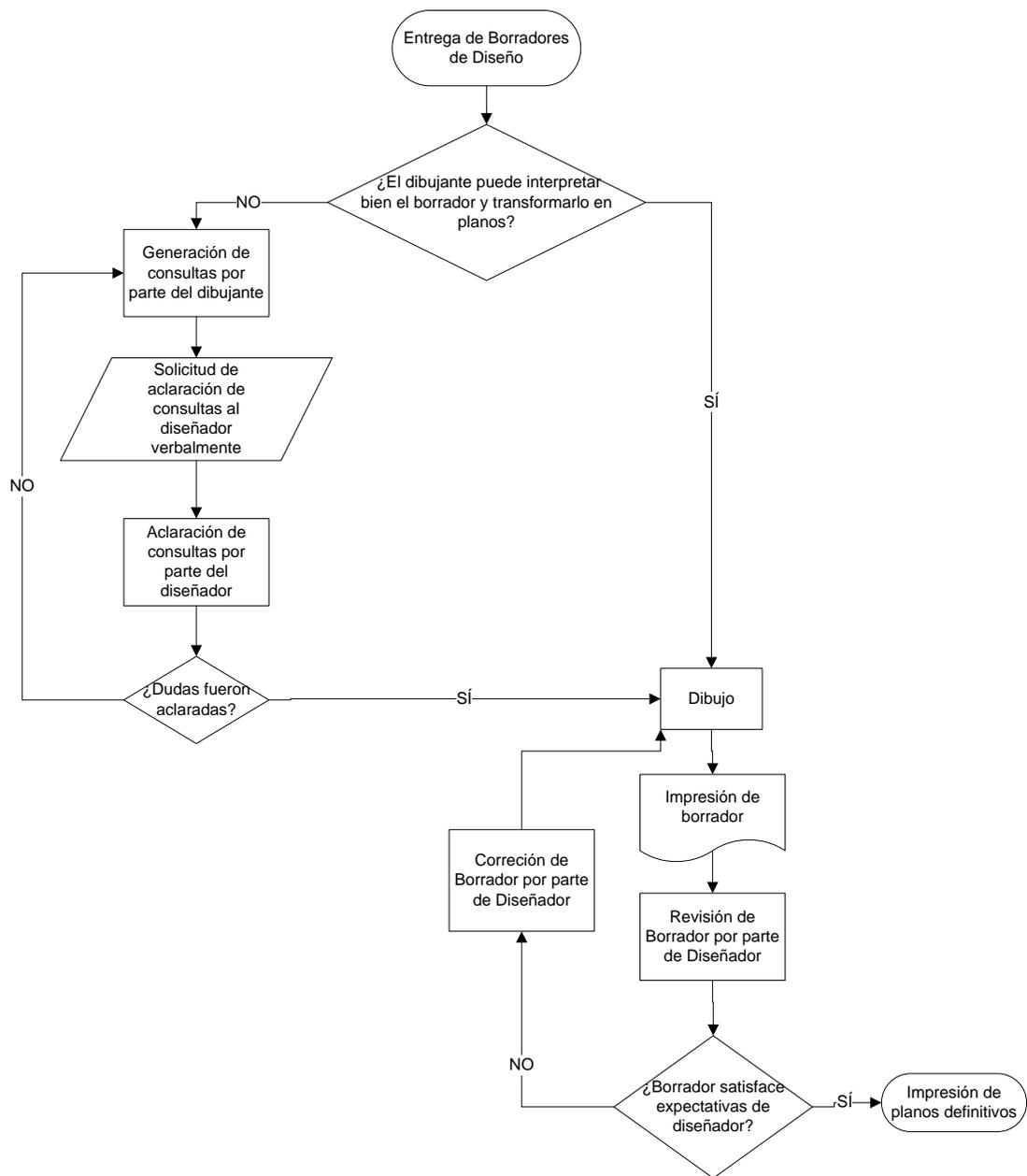
No obstante, estas etapas referidas previamente, así como la fase de elaboración de planos en avances 30%, 60% y 90% poseen internamente subprocesos iterativos dirigidos a la ejecución de la labor de diseño y la confección de los planos respectivos. Tal como se verá más adelante en este documento, estos subprocesos sí pueden minimizarse pues obedecen a una gestión deficiente de las labores que

realiza la empresa de diseño. A continuación se describen de manera esquemática estos sub-procesos.



Visio 2007

**Figura 4.3** Diagrama de Subproceso de Ejecución de la Labor de Diseño durante las etapas de Plan Maestro, Anteproyecto, Elaboración de Planos al 30%, 60% y 90%.



Visio 2007

**Figura 4.4** Diagrama de Subproceso de Confección de Planos durante las etapas de Plan Maestro, Anteproyecto, Elaboración de Planos al 30%, 60% y 90%.

Los subprocesos iterativos de ejecución de la labor de diseño descritos en la figura 4.3 se manifiestan durante las etapas de plan maestro, anteproyecto y elaboración

de planos de los distintos avances. Se detonan cuando la empresa de diseño no tiene claras las necesidades y requerimientos del propietario y debe generar consultas al propietario con el fin de que éste proporcione respuestas que le permitan solventar estos vacíos. Este proceso de preguntas y respuestas se realiza por vía telefónica, correo electrónico o coordinación de reuniones, y se repite hasta que el panorama esté lo suficientemente libre de dudas para trabajar de la manera más expedita posible. Sin embargo, es importante resaltar que estas consultas se van realizando según se presente la necesidad durante la ejecución del diseño, y por tanto su documentación es poco controlada y ordenada, no se comunica adecuadamente entre el equipo de trabajo y por tanto, da origen a trabajos dobles o re-procesos.

Lo descrito en el párrafo anterior va acompañado secuencialmente de la actividad de confección de planos, la cual constituye el proceso iterativo que se muestra en la figura 4.4. Este nuevo subproceso iterativo se diferencia del subproceso anteriormente descrito en que se compone de dos ciclos. El primero se presenta cuando el dibujante encargado de traducir los borradores preparados por el diseñador en plantas y detalles, tiene dudas que le impiden realizar su trabajo y debe generar consultas al profesional a cargo con miras a que este le dé respuestas. Este proceso de preguntas y respuestas se realiza verbalmente y de cara a cara, y se repite hasta que no se tengan más consultas. Es importante resaltar que estas consultas se van realizando según se presente la necesidad durante la confección de planos y su documentación es inexistente.

La segunda etapa del bucle del subproceso de confección de planos se da cuando el dibujante considera que ha finalizado de plasmar en las láminas los detalles y esquemas explicativos previamente entregados en los borradores por el profesional responsable. En este momento, se inicia un proceso de revisión y corrección de láminas por parte del profesional responsable y el dibujante, hasta que se llegue a un nivel satisfactorio que permita imprimir los planos definitivos que se le presenten al propietario para aprobación.

Habiendo descrito los subprocesos de ejecución de la labor de diseño y la confección de planos que se desarrollan internamente dentro de las fases de plan maestro, anteproyecto y elaboración de planos, se procede entonces a explicar desde una perspectiva más global, el flujo de actividades de las que se componen cada una de estas fases.

Cuando se finaliza esta etapa de recolección de datos, se inicia la fase de plan maestro. Esta consiste en un bucle iterativo en el cual el cliente da al consultor requerimientos y necesidades, y este último prepara diferentes versiones de un plan maestro que refleja distribución, dimensionamiento, ubicación y orientación de edificios, calles y otras facilidades complementarias. Estas versiones son sometidas a revisión por parte del propietario, quien hace nuevas observaciones y solicita los cambios respectivos, los cuales son ejecutados por el diseñador. Este proceso se repite hasta que se llega un producto que satisface las expectativas del cliente. Es importante resaltar que cuando se llega al producto final, ni el cliente ni la empresa diseñadora documentan de manera formal la terminación y aceptación de esta fase de trabajo.

Seguidamente, se inicia el planteamiento del anteproyecto arquitectónico. Mediante reuniones con el cliente la empresa trata de concretar de manera detallada los requerimientos arquitectónicos que el cliente concibe consciente o inconscientemente para el proyecto. El objetivo de la recolección de esta información es tener un panorama claro de lo que se debe diseñar. Sin embargo, es muy común que los requerimientos que el cliente transmite al consultor no sean del todo claros, no reflejen la forma de pensar de todos los stakeholders, no estén completamente definidos, o no sean debidamente documentados, por lo que eventualmente el proceso se vuelve iterativo, al igual que como sucede con el plan maestro discutido anteriormente.

La aprobación del anteproyecto por parte del propietario constituye el punto de partida para la fase de diseño formal. Al igual que con el plan maestro, esta

aprobación se da a nivel informal sin ningún documento firmado que respalde la finalización y aceptación del trabajo realizado durante esta etapa.

La fase siguiente la constituye la elaboración de planos. Constituye una práctica común de las empresas elaborar o solicitar los planos del proyecto en entregas parciales contra las cuales se cobra un porcentaje del monto ofrecido al cliente por la labor de consultoría. Esto generalmente si está definido en la oferta que el cliente aprobó al inicio del proyecto, no obstante la información incluida en estas entregas parciales puede variar dependiendo de la empresa, pero en general se puede definir que es una elaboración de planos al 30% de avance, al 60% de avance y al 90% de avance.

De acuerdo a lo observado en las empresas estudiadas, no existe una definición del contenido exacto que se debe incluir en cada uno de los avances referidos. De ahí que se deduzca que la entrega de avances es más una herramienta orientada al flujo de caja de la empresa consultora que al cumplimiento de hitos de trabajo con miras a la entrega definitiva del proyecto.

Aunque no existe esa definición del contenido de los planos en cada uno de los avances, generalmente los planos del primer avance (30%), suelen concentrarse en las áreas arquitectónica, estructural y de obras de infraestructura, ya que sin estos las demás disciplinas (mecánicos y eléctricos) no tienen base para poder ir trabajando. Ya con este avance, se procede con inicia con el avance mecánico y de último con el eléctrico. Esta secuencia se debe a que el diseño mecánico consiste en ubicar tuberías y equipos, y esta labor no se puede llevar a cabo si no está definida previamente la distribución arquitectónica, las obras estructurales y de infraestructura a los que estos sistemas se tienen que apegar. De la misma forma, el diseño eléctrico no podrá ser iniciado hasta que el resto de disciplinas no hayan concretado una solución pues este diseño depende totalmente de los requerimientos establecidos en la parte arquitectónica y mecánica.

Una vez alcanzado el último nivel de avance (90%) se supone que los planos han adquirido un nivel de detalle tal que requiere únicamente correcciones y modificaciones menores y por tanto, permite el inicio de dos nuevos procesos a saber: el trámite de permisos constructivos y la asesoría al cliente para la licitación y adjudicación de su proyecto a una empresa constructora.

Estos dos procesos se hacen paralelamente con la finalidad de que los permisos de construcción estén al mismo tiempo en que se termina el proceso de licitación y adjudicación de la construcción del proyecto. Esto partiendo del hecho de que ambos trámites se desarrollarán sin contratiempos y por lo general puede durar unos dos meses aproximadamente.

El trámite de permisos constructivos, es una etapa enfocada a obtener el visto bueno de las instituciones encargadas de otorgar las licencias para dar inicio a la construcción de un proyecto. Las instituciones principales encargadas de dar visto bueno para un proyecto típico son las siguientes:

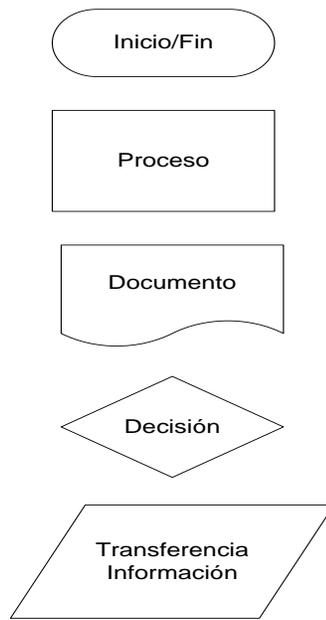
- Colegio Federado de Ingenieros y Arquitectos (CFIA)
- Ministerio de Salud
- Instituto Nacional de Seguros
- Municipalidades

El proceso de licitación y adjudicación está conformado por la siguiente secuencia de pasos:

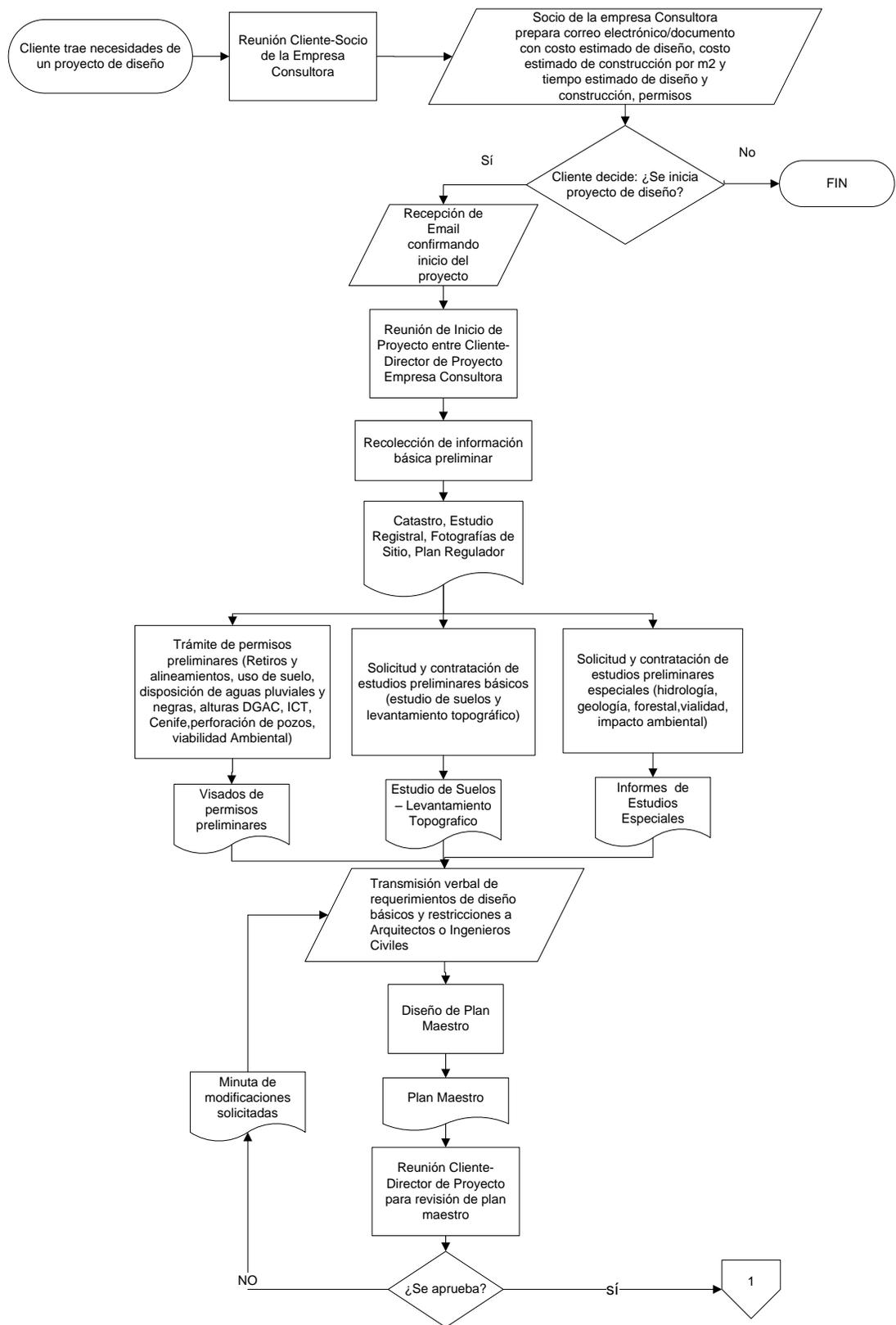
1. Enviar las invitaciones a las empresas constructoras que se quiere que participen (definidas por el propietario o recomendadas por la empresa tipo) para que coticen la construcción del proyecto basados en los planos al 90%.
2. Los oferentes elaborarán un presupuesto detallado y un cronograma esperado de ejecución con base en esta información.
3. En caso de que hubiese duda en relación a aspectos definidos en los planos, se reciben las consultas de las empresas participantes y las aclaraciones son enviadas a todos por igual para que todas las ofertas sean hechas sobre la misma base de contenido.
4. Se reciben y analizan las ofertas. Se hace con base en criterios como precio propuesto para la ejecución, tiempo esperado de construcción y otras variables de interés como monto del adelanto solicitado, solidez financiera de la empresa, experiencia, etc.
5. Se hace una recomendación para la adjudicación y en ocasiones se participa en la celebración del contrato entre el propietario y el adjudicatario.

Como última parte del proceso del cual forma parte la empresa de diseño, se encuentra la elaboración de los planos de avance 100%. En estos planos se incorporan los aspectos que fueron aclarados y ampliados mediante las cartas aclaratorias durante el proceso de licitación. En teoría, este juego de planos incluye la información necesaria para que la obra sea construida sin necesidad de incurrir en costos adicionales a los ofertados durante el proceso de licitación y adjudicación.

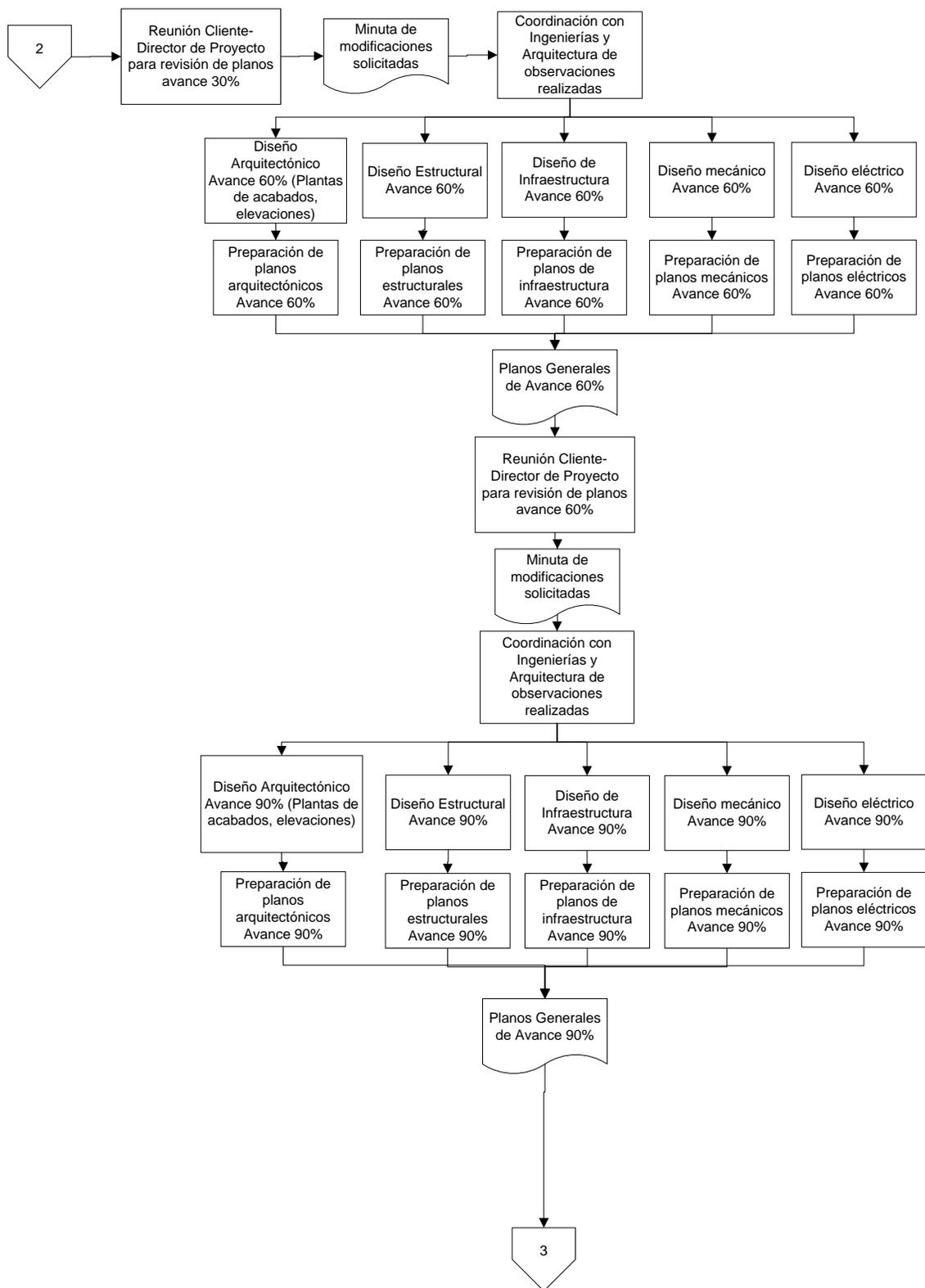
Con el fin de integrar las ideas explicadas, se presenta a continuación el diagrama de flujo que representa el proceso descrito previamente:

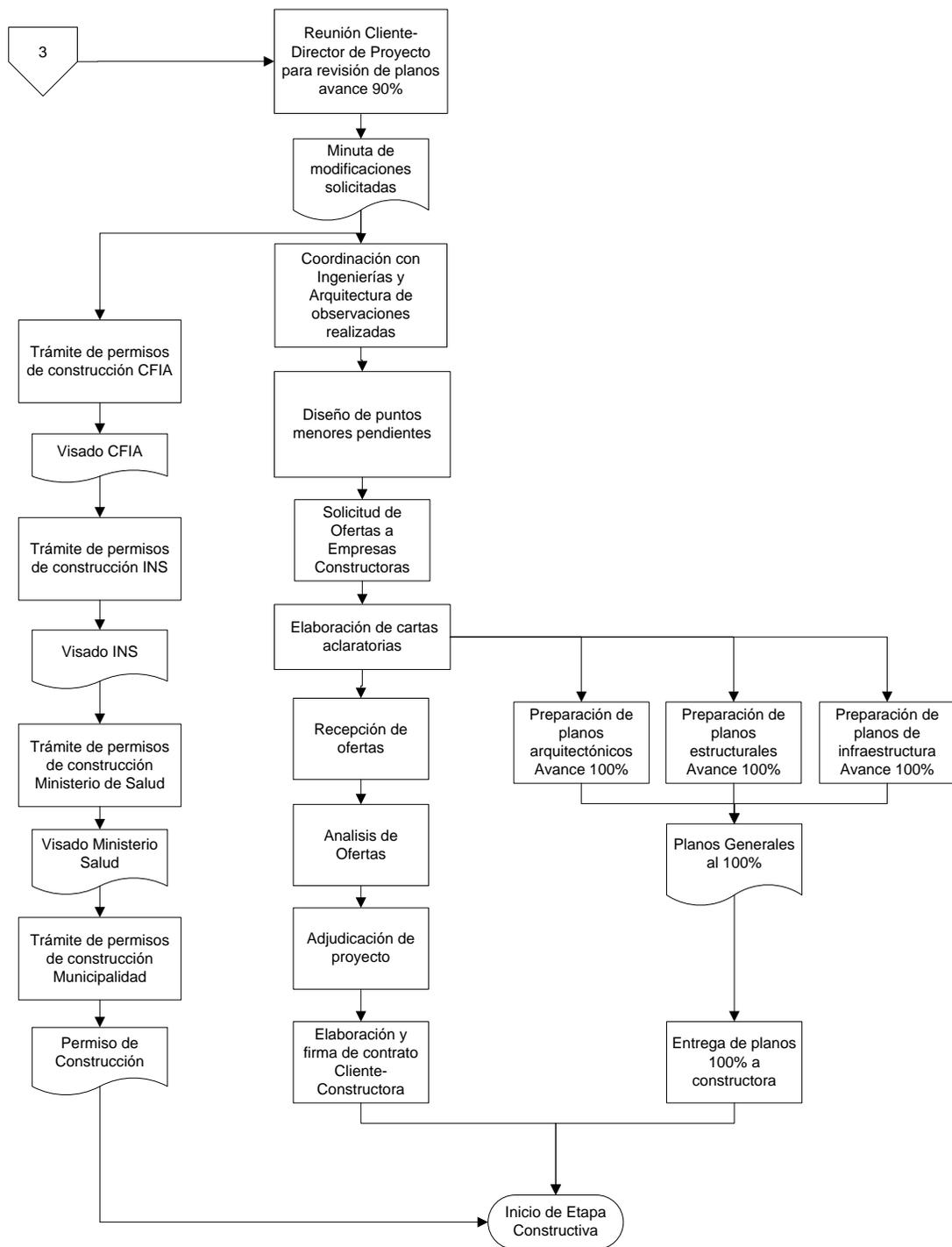


**Figura 4.5** *Simbología Diagrama de Proceso*









Visio 2007

**Figura 4.6** Diagrama de proceso detallado de Proyectos de Diseño de Obras Constructivas

## **4.2. Descripción de prácticas vigentes de AP**

La presente sección, tiene como objetivo analizar las prácticas actuales de administración de proyectos en las empresas tipo en Costa Rica. Este análisis se realiza con base en la información del proceso de proyectos de diseño descrito y diagramado en el apartado anterior. Este análisis se hará desde el punto de vista de planificación y control en las áreas del conocimiento que se consideran con mayor influencia en los proyectos, las cuales son:

- a) Alcance
- b) Tiempo
- c) Costo
- d) Calidad
- e) Comunicación
- f) Riesgo
- g) Integración

Las áreas de recursos humanos y adquisiciones se dejan por fuera del alcance de este proyecto. Los recursos humanos, porque las empresas cuentan con el personal necesario para hacer los proyectos (arquitectos, ingenieros de todas las especialidades). Pocas veces se ve la necesidad de hacer alguna contratación adicional para un proyecto en específico. Si se requiere de más personal para apoyar al equipo conformado para el proyecto, internamente se define la persona que va a ayudar.

Adicionalmente, es importante señalar que los miembros de un equipo típico de diseño se asignan de acuerdo a su disponibilidad de tiempo de trabajo dentro de la organización, la cual está en función de la cantidad de proyectos en la que están involucrados. La asignación de acuerdo a la experiencia no suele prevalecer. De la misma manera, se debe recalcar que el proceso de contratación de personal en una empresa tipo no se da por proyecto, sino que se tiene un staff de empleados que se define de acuerdo a la cantidad de trabajo que tiene la empresa. La rotación de

profesionales suele ser baja. Este proceso de reclutamiento es poco complejo y suele manejarse a nivel administrativo de la oficina de diseño como un procedimiento simple, repetitivo y periódico, y por ende no constituye parte de cada proyecto.

Dada la constitución funcional de la gran mayoría de las empresas de diseño, cada miembro del equipo sabe cuáles son sus funciones y responsabilidades y por tanto, no es necesaria la aplicación de herramientas orientadas a repartir las responsabilidades.

Por otro lado, la gestión del área de abastecimientos en proyectos de diseño no es relevante pues los insumos que requiere para este tipo de proyectos son los de operación diaria de la oficina, que son más que atendidos por la proveeduría de las empresas. Esto se maneja a nivel administrativo de la empresa y por ende, está fuera de la dirección que este proyecto pretende dar.

#### **4.2.1. Alcance**

##### ***Prácticas de planificación***

Bajo la perspectiva de la definición de planificación y la de alcance descritas en el marco teórico de este documento, se puede afirmar que la planificación del alcance de los proyectos de diseño suele ser, en la gran mayoría de los casos, inexistente o muy limitada.

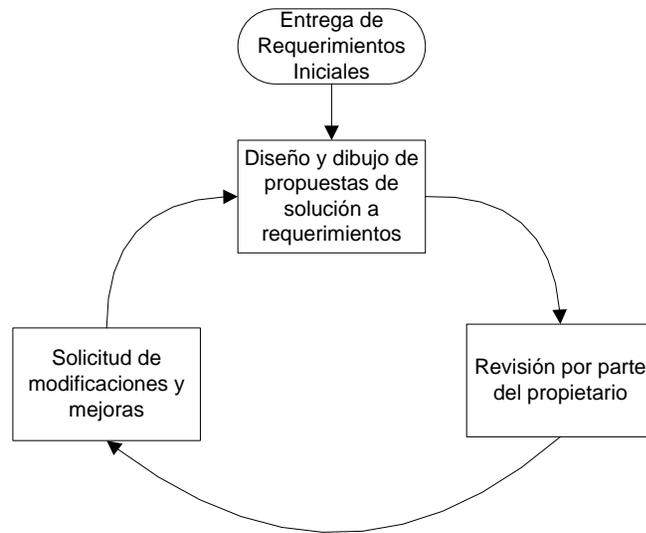
De acuerdo a la descripción del proceso dado en el apartado 4.1.2 y con el consecuente diagrama de procesos (Ver Figura 4.6) se tiene que lo relacionado a la definición del alcance se da básicamente en los primeros cuadros del diagrama. La empresa de diseño prepara una oferta, que incluye un desglose de los trabajos que incluyen, el tiempo en que se pretende terminar el proyecto y costo asociado de los trabajos ofrecidos. Esta oferta suele prepararse como un requerimiento con el que se debe cumplir para iniciar el trabajo y no como la potencial herramienta de

planificación del alcance que podría ser. Es a partir de esta oferta, que el cliente decide si desea proseguir con el proyecto.

Dicho en otras palabras, la ejecución del proyecto de diseño tiene su inicio sin la elaboración de un plan que refleje fielmente aquellos aspectos que se incluyen en el proyecto y aquellos que se excluyen del mismo. Asimismo, se inicia el proyecto sobre la base de lo indicado por el cliente en un primer acercamiento en el cual se transmitieron expectativas y requerimientos que podrían estar sujetas a una mala interpretación por parte del contacto de la empresa con el cliente, como por parte de este último.

No hay un documento que precise los productos entregables del proyecto o su contenido y que el propietario esté de acuerdo con ellos y los entienda. Sin éste, el diseñador no puede tener certeza de que el producto que elaborará satisfará las necesidades de su contratante.

Ya sea que se trate de la etapa de preparación del plan maestro, el anteproyecto arquitectónico, o los avances de diseño 30%, 60%, 90% o 100%, el alcance se delimita sobre la marcha y básicamente se resume en el modelo que se muestra a continuación:



Visio 2007

**Figura 4.7** Diagrama de definición de alcance existente

Bajo dicho modelo, el alcance del proyecto se va definiendo según los requerimientos iniciales transmitidos por el propietario y las modificaciones, cambios y mejoras que se van solicitando conforme se avanza.

*Desventajas del modelo:*

- No involucra planificación y por tanto, da origen a un alto grado de improvisación por parte del cliente y del mismo diseñador. Esto hace que la visión del proyecto nunca se concrete y que varíe la concepción del mismo varias veces sin alcanzarse las expectativas del cliente.

- La aplicación de mecanismo de documentación de requerimientos, modificaciones, mejoras y variaciones en el alcance suele ser limitada o inexistente. Dado que los cambios y modificaciones en el alcance implican ampliaciones de plazo y sobrecostos, surgen conflictos entre el cliente y el diseñador respecto a quién es responsable de los cambios originados y por qué.
- Hace que el proceso de diseño se vuelva desgastante y desmotivante para los profesionales involucrados. Esto porque muchos elementos son re-diseñados y redibujados múltiples veces para incorporar variaciones en las expectativas y requerimientos del propietario, creando la sensación de que el trabajo que se realiza no sirve de nada.
- Disminuye la rentabilidad que obtiene la empresa consultora de su labor. Los constantes re-procesos de diseño y dibujo implican tiempo invertido por parte de trabajadores, el cual se traduce en costos para la empresa consultora.

Cabe resaltar que en algunas empresas tipo se tiene algún tipo de documentación que trata de subsanar las deficiencias descritas en los párrafos anteriores. Este documento se conoce de varias maneras entre las que se pueden citar, Basis of Design (BOD), Design Brief (DB). Dependiendo de la empresa varía el nivel de detalle de las especificaciones que hacen de las necesidades del proyecto. No obstante, este documento se hace luego de que la oferta es aprobada y ya cuando entra en el proyecto el que va a ser el director.

El nivel de detalle de estos documentos varía de una empresa a otra. Hay muchos que son muy generales, dependiendo del tipo de diseño que haga la empresa, o bien sólo se enfocan en alguna de las disciplinas (principalmente en arquitectura) y se dejan de lado aspectos necesarios para el diseño de las ingenierías que sean requeridas por el proyecto específico.

### ***Prácticas de control***

Desde la perspectiva del control, como se dijo anteriormente, si no se hizo una planeación, no puede darse un verdadero control. Bajo esta óptica, es sencillo afirmar que no existen prácticas de control en los proyectos de diseño analizados ni en las empresas analizadas. Si existen, su función es nada más para criticar el trabajo y es un resultado totalmente subjetivo pues no existe plan contra el cual se pueda comparar y poder justificar si un trabajo va bien o mal.

El control es un proceso cuyas herramientas, en teoría, deben funcionar al menos para poder identificar los cambios que se van dando en los proyectos, pero si no se cuenta con un documento base para definir si lo que se está solicitando está incluido o no, entonces los cambios simplemente deben hacerse y los diseñadores no tienen mucha oportunidad de debatir esto a un propietario que está pagando por una expectativa de proyecto que no es clara. El uso de órdenes de cambio no es una práctica que esté implementada actualmente de manera integral.

#### **4.2.2. Tiempo y costo**

Estas áreas de conocimiento están íntimamente relacionadas entre sí en los proyectos de diseño. Esto se debe a que el costo del diseño está asociado directamente a las horas invertidas por los profesionales para la realización del trabajo. El gasto en materiales en este tipo de proyectos se refiere exclusivamente a artículos de oficina, los cuales se suelen ver a nivel de la organización y no como parte del proyecto. No hay erogaciones en adquisición de equipo o software. Si las hay son por actualizaciones en los equipos o software que utiliza normalmente la empresa, los cuales serán utilizados por todos los proyectos. Los subcontratos de estudios básicos cuyo alcance técnico va más allá de las empresas tipo -como análisis de suelos o topografía- , suelen ser pagados directamente por el propietario.

Es por esta razón que tanto tiempo como costo se analizan simultáneamente para este tipo de proyectos.

### ***Prácticas de planificación***

Tal como se deduce del diagrama de proceso expuesto previamente, la primera aproximación -y en numerosas ocasiones, la única- que realiza la empresa tipo, referente al tiempo y costo asociados a determinado proyecto, se da previo a que el cliente decida contratar los servicios de diseño. Esto implica que antes de conocer con certeza la cantidad de trabajo que requiere un proyecto, ya se tienen compromisos respecto a las fechas de entrega y el costo con el que se debe cumplir.

La elaboración de cronogramas de actividades suele realizarse como un requerimiento para cumplir con una solicitud del propietario y no necesariamente se utiliza como la herramienta de planificación y control que es. Esto se suma al hecho de que los cronogramas que se elaboran son poco detallados y están constituidos por actividades generales que contienen dentro de sí un amplio grupo de tareas.

De esta forma, lo más común es que el propietario defina un horizonte de tiempo dentro del cual desea que se le entregue el proyecto finalizado. La empresa se basa en esta expectativa y establece fechas de entrega parciales con base en esas expectativas, simplemente por complacer a un cliente, pero en muy pocas ocasiones está analizado realmente si en el tiempo pretendido es posible hacer el trabajo de la mejor manera. Dicho en otras palabras, se hace con el fin de satisfacer las necesidades de tiempo del cliente, sin tomar en cuenta si realmente estas fechas son alcanzables.

En lo que respecta al costo, las empresas establecen el monto de oferta con base a en los cobros de proyectos previos de naturaleza similar. Casi nunca se hace un estimado de horas de trabajo esperadas que se pueda utilizar para medir el desempeño del proyecto. El costo por horas por tipo de trabajador se define en las ofertas como referencia en caso de que cobros adicionales puedan ejecutarse. En

resumen, el coordinador de proyecto lo único que conoce en términos de costos es el valor total de la oferta y debe indicar al departamento de cobros cada vez que se finaliza un entregable aunque estos no están claramente definidos en la oferta.

### ***Prácticas de control***

El control es inexistente. Cuando hay cronograma, generalmente sólo lo conoce el coordinador de proyecto, y el seguimiento que se le da a este es nulo muy pobre pues no sirve para anticipar o proponer medidas correctivas.

Lo usual, es que se dé la práctica de presionar a los diseñadores para que cumplan las fechas ofrecidas por el Director de Proyectos cueste lo que cueste, y dichas fechas no son comunicadas oportunamente para tomar las medidas del caso. Esto genera primero indisposición de los profesionales, trabajos en jornadas extraordinarias y pésimo control de calidad.

Recientemente, algunas empresas comienzan a implementar algún tipo de software en los que los trabajadores ingresan la cantidad de horas que dedican a las diferentes actividades a las que se encuentran asignados. De esta forma se puede conocer al final del proyecto cuánto se duró en la ejecución de determinado diseño y por ende cuánto costó.

Este tipo de paquetes tienen el principal problema de que se basan en la premisa de que todos los trabajadores ingresan su información de manera transparente y veraz. Sólo con la aplicación de un control de este tipo es que se puede cuantificar cual es el costo real de los proyectos, asociado directamente a las horas invertidas en el trabajo, sin embargo es un control a posteriori por lo que sólo servirá para generar datos y utilizarlos a futuros proyectos.

En empresas que carecen de programas informáticos como el referido, el control de horas, si se hace, suele documentarse mediante formularios que deben ser llenados a mano semanalmente y que tienen por lo general poca veracidad en la información que contienen, ya que suelen ser completados por salir del paso.

Se desconoce por completo la técnica del valor ganado.

Actualmente, el costo de los proyectos no se lleva, al final cuando se hacen los estudios de contabilidad es que la empresa se da cuenta si tuvo ganancia o no pero de toda la empresa en general no por proyecto.

### **4.2.3. Calidad**

La calidad en proyectos de diseño de obras de construcción se refiere a dos aspectos principales:

- a) Forma: La calidad de los planos elaborados desde la perspectiva de que estos sirvan como guía clara y precisa para la construcción. Se refiere a apariencia estética adecuada, homogeneidad en la presentación de la información, tipografía legible y dibujos estandarizados.
- b) Fondo: Es la calidad de la obra diseñada y plasmada en planos como reflejo fiel de lo requerido y esperado por el cliente. Se refiere a aspectos técnicos de lo diseñado y su factibilidad de construirse.

### ***Prácticas de planificación***

La gran mayoría de empresas tipo en Costa Rica carecen de un estándar de calidad. Los planos constructivos, que son el insumo básico para la construcción de cualquier tipo de obra, suelen ser preparados de manera variable dependiendo del director, diseñador y demás profesionales involucrados en los proyectos. Generalmente, la confección de planos es gestionada de manera reactiva y correctiva por el director de proyecto a lo largo de todo el proceso.

De la misma manera, al iniciar los proyectos de diseño no se realiza ningún proceso orientado a identificar las normas de calidad relevantes para la obra en cuestión. Esto hace que gran cantidad de parámetros de calidad relativos a la obra constructiva queden indefinidos o bien, únicamente referidos a un manual de especificaciones técnicas que no siempre abarca todas las posibles dimensiones de

la calidad de un proyecto y sus componentes. Muchos de los requerimientos de calidad van siendo definidos sobre la marcha bajo el mismo modelo iterativo descrito en la sección referente a la gestión del alcance.

No obstante, debe resaltarse que a pesar de lo anterior, de manera informal e indocumentada cada empresa de diseño ha acuñado, gracias a su trayectoria y experiencia, algunas prácticas estandarizadas de formato de planos. Ejemplo de esto, lo constituye la definición de plantillas para cajetines de láminas, definición de grosores típicos de líneas y capas de dibujo, tipos de texto a utilizar en las notas, láminas de especificaciones comunes para todos los proyectos, bibliotecas informáticas de detalles típicos, etc. Todas estas herramientas se transmiten de manera verbal entre las diversas generaciones de profesionales y constituyen una especie de consciencia colectiva del cómo se deben presentar las cosas, a pesar de que no exista ningún documento que lo explique de forma explícita.

### ***Prácticas de control***

Si hacemos hincapié en que no es usual que las empresas tipo tengan un proceso de calidad establecido, es de esperarse que las prácticas de control tampoco existan. El control, si se da, es reactivo, correctivo o sobre la marcha. Se hace control, o más bien, se hacen cambios cuando alguno de los involucrados en el proceso nota algún error o incoherencia, pero este proceso está bajo criterio variado del equipo de diseño y el director de proyecto asignado.

#### **4.2.4. Comunicación**

Según la Guía del PMBOK Tercera Edición, esta área del conocimiento abarca todo lo referente a los procesos necesarios para asegurar la generación, recolección, distribución, almacenamiento, recuperación y destino final de la información en tiempo y forma.

##### ***Prácticas de planificación***

Puede decirse que la comunicación en los proyectos de construcción no se planifica en ninguno de los aspectos citados en la definición anterior. La comunicación de los proyectos se maneja según la experiencia del equipo de proyecto y su director de proyecto, así como del estilo del cliente, pero si se pueden diferenciar dos tendencias que se presentan de manera informal:

- a) Cada departamento funcional de diseño maneja un flujo de comunicación propio con el cliente. Este modelo causa poca unidad en el producto que resulta del proceso pues todos los involucrados trabajan bajo una visión distinta de la meta que se debe alcanzar, como resultado de una concepción del proyecto por separado.
- b) Existe un coordinador de proyecto que funciona de enlace de comunicación entre el cliente y el equipo de trabajo. Este es un modelo que ha mostrado dar mejores resultados comparativamente, siempre que se dé bajo dos condiciones: 1- que dicho coordinador de proyecto tenga conocimiento sobre la materia, pues de lo contrario le es difícil transmitir la información, y 2- que dicho coordinador de proyecto no tenga que dedicar su tiempo a “apagar incendios”, pues esto lo dispersa de su función de pivote comunicativo.

Usualmente, la comunicación en cualquiera de estas dos tendencias, se da mediante correos electrónicos, reuniones con los involucrados y llamadas telefónicas.

Las reuniones se realizan cuando se necesita discutir e intercambiar información respecto a temas de naturaleza muy diversa o de alta complejidad, que requieren de la contribución de varios involucrados a la vez. La elaboración de minutas no constituye una práctica generalizada y muchas veces se omite. Las minutas que sí se elaboran se guardan bajo nombres que hacen referencia a la fecha de la reunión y se archivan en el servidor dentro de la carpeta que considere más apropiada el autor del archivo. La documentación por medio de minutas no se realiza por medio de un formato estandarizado.

Los correos electrónicos se utilizan cuando se desea transmitir y recibir información por escrito, que permita disponer de un respaldo a mediano plazo. Por lo general suelen archivarse en la memoria de la computadora en la que se recibió. Esto origina el problema de que si dicha computadora se daña, se pierde la información. A veces, estos correos son copiados a carpetas del servidor según considere más apropiado el receptor y emisor de estos correos electrónicos.

Las llamadas telefónicas se utilizan cuando se requiere transmitir y recibir información de una manera rápida. La información que se transmite por este medio, se pierde al no documentarse.

En algunas ocasiones se tiene acceso a una página compartida en internet en donde se va subiendo la información. Sin embargo, a pesar de que se estime que esta es una práctica bastante buena, la verdad es que no se le da el uso que se le debería de dar y al final los involucrados deben seguir consultando si la información que está en la página es la última, por lo que la herramienta viene a ser un trámite más pero que no es utilizada correctamente.

### ***Prácticas de control***

Al igual que en las áreas de conocimiento anteriores, no hay control. No es común la elaboración de minutas de reuniones, informes de avance o cualquier otro documento que respalde el trabajo que se va realizando. Todo queda sujeto a que el director informe al cliente mediante correo electrónico principalmente. No hay ningún formato establecido, simplemente la información se envía de acuerdo al criterio de cada director.

Sin embargo, hay algunas excepciones. Existen empresas que en su estrategia de negocios está la certificación ISO o alguna otra de interés en las que tener procesos estandarizados es una necesidad y de esta manera algunas de las empresas en el ámbito de construcción y diseño han tenido que ir definiendo formatos y procesos que son aplicados por todos. En estos casos, existe un poco más de control pero la planificación se hizo una única vez cuando se establecieron los procedimientos para la certificación.

#### **4.2.5. Riesgo**

Al igual que en el área de calidad, el riesgo en proyectos de diseño de obras de construcción se refiere a dos aspectos principales:

1. El riesgo de que los planos elaborados no satisfagan las necesidades del cliente como producto.
2. El riesgo de que la obra diseñada y plasmada en planos no sea reflejo fiel de lo requerido y esperado por el cliente, y dé lugar a errores y sobrecostos durante la fase constructiva.

### ***Prácticas de planificación***

No existen. Esta es un área sobre la cual nunca se planifica. Cuando se presenta en el proyecto algo inesperado o una solicitud adicional lo que se hace es correr por satisfacer esa nueva necesidad. Lo que se conoce como “apagar incendios”

### ***Prácticas de control***

No existen. Cuando eventos inesperados aparecen y se empiezan a controlar lo que sucede es que los socios o propietarios de las empresas empiezan a ejercer una mayor presión por solventar los problemas de manera inmediata. Esta práctica hace que los encargados de los proyectos desvíen su atención a estos asuntos y dejen de cumplir sus funciones reales.

#### **4.2.6. Integración**

### ***Prácticas de planificación***

No se aplican. Es poco común la definición de actas constitutivas de proyecto, redacción de declaraciones de alcance preliminar y elaboración de planes de proyecto. Por lo general, estas herramientas suelen ser sustituidas por un contrato con el cliente, el cual tiene un fin de respaldo legal, más que de planificación.

Sistemas de control de cambios o de lecciones aprendidas tampoco son utilizados y tienden a considerarse un gasto de tiempo innecesario.

### ***Prácticas de control***

Procesos como la documentación y aprobación formal de acciones correctivas, acciones preventivas y cambios suele realizarse de manera informal por vía oral o correo electrónico.

### **4.3. Análisis de prácticas vigentes de AP de Diseño en las empresas tipo**

Basados en la descripción de las prácticas vigentes definidas en el apartado 4.2 de este capítulo, resumido en la figura 4.6, este apartado pretende hacer un resumen de los puntos críticos del proceso definido.

Puede decirse que el proceso está totalmente diseñado para satisfacer las exigencias del cliente sin pensar mucho en las exigencias o necesidades de las empresas. Esto da pie a que el trabajo se vuelva repetitivo en todas sus fases. La rutina de presentación de información, correcciones, presentación y aprobación de cada uno de los subprocesos es la regla en los proyectos.

En la siguiente matriz se muestra un resumen de las deficiencias que cada fase del proceso de diseño genera en cada una de las áreas del conocimiento.

**Cuadro 4.1. Resumen de deficiencias del proceso de diseño de acuerdo a las áreas del conocimiento de AP**

Diagrama / Áreas del Conocimiento		Alcance	Tiempo	Costo	Calidad	Comunicación	Riesgos	Integración
0	<b>Contratación de los servicios de diseño y planos constructivos</b>	No se define claramente el alcance del proyecto	Se invierte tiempo del "proyecto" en empezar a definir que es lo que se quiere	No se calcula en función de la complejidad del proyecto ni de los recursos que va a requerir	No está definido un contenido mínimo de requerimientos, ni de forma ni de fondo	Queda como contacto el socio de la empresa y luego el director y empiezan a haber dobles directrices	No se analizan los riesgos desde ningún punto de vista en esta etapa	Al no definir alcance claramente no es posible hacer una buena gestión de cambios
		Al no establecerse claramente el alcance no se puede determinar cuanto recurso es necesario para hacer el trabajo	El tiempo para el proyecto empieza a correr sin que se tenga definido quienes realizarán el trabajo	Usualmente se cobra por unidad (por metro cuadrado de construcción, por Ha de propiedad a desarrollar, por kilómetro de calle) pero no por horas diseñador	La presentación queda definida por el criterio del dibujante, diseñador y/o director de cada proyecto en particular	Los propietarios se valen de tener varios contactos en la empresa para hablar con la persona que más les convenga según su interés	Todos los proyectos se consideran típicos	
		No es posible definir un equipo de proyecto acorde a las necesidades del proyecto	No se define el tiempo en función de las personas que trabajarán en el proyecto					
1	<b>Estudios Preliminares</b>	Generalmente no se solicitan de manera tardía y no se tienen disponibles para cuando se inicia el plan maestro o anteproyecto	El resultado de los estudios preliminares puede cambiar la forma en que se define el proyecto.	Muchas veces los estudios se cobran dentro de la oferta y a veces se necesitan estudios adicionales no incluidos.	Los estudios dan algunas directrices que pueden cambiar la calidad del proyecto	Los propietarios se valen de tener varios contactos en la empresa para hablar con la persona que más les convenga según su interés	Como los estudios preliminares se hacen hasta que se inicia el proyecto no es posible analizar el impacto de estos en el resto del proyecto de manera inicial	No se puede llevar a cabo una gestión de cambios adecuada
2	<b>Plan maestro se define entre cliente y director</b>	Usualmente es el propietario quien define como quiere las cosas y luego de que se empieza a montar se hacen las observaciones ingenieriles	Muchas versiones de plan maestro generan re-trabajos y se empieza a gastar el tiempo de las demás actividades del proyecto	Horas de reproceso que no son contabilizadas para poder cobrarlas como adicionales a la oferta inicial	La calidad del análisis que se haga en esta etapa determina la calidad de los planos constructivos finales	Los propietarios se aprovechan de que no se documente para solicitar cuanto cambio quieran hacer	No se analizan los riesgos desde ningún punto de vista en esta etapa	No se puede llevar a cabo una gestión de cambios adecuada, simplemente se procede con lo que se solicita para complacer a los clientes
		Se permite que el plan maestro sea cambiado por el propietario a antojo sin documentar ni solicitar ampliaciones del plazo definido en contrato	A veces los propietarios dicen que ese es el plan maestro final y luego de que se da inicio al diseño se decide cambiar, lo que ocasiona un retraso del proyecto pues se debe iniciar de nuevo					
3	<b>Proceso iterativo del anteproyecto</b>	Se permite que el anteproyecto sea cambiado por el propietario a antojo sin documentar ni solicitar ampliaciones del plazo definido en contrato	Muchas versiones de anteproyecto generan retrabajos y se empieza a gastar el tiempo de las demás actividades del proyecto	Horas de reproceso que no son contabilizadas para poder cobrarlas como adicionales a la oferta inicial	La calidad del análisis que se haga en esta etapa determina la calidad de los planos constructivos finales	Los propietarios se aprovechan de que no se documente para solicitar cuanto cambio quieran hacer	No se analizan los riesgos desde ningún punto de vista en esta etapa	No se puede llevar a cabo una gestión de cambios adecuada, simplemente se procede con lo que se solicita para complacer a los clientes

Continuación Cuadro 1.

Diagrama / Áreas del Conocimiento		Alcance	Tiempo	Costo	Calidad	Comunicación	Riesgos	Integración
4	Proceso de diseño iterativo en cada entrega parcial	Todas las entregas parciales terminan siendo de proyectos diferentes debido a los cambios permitidos en las etapas anteriores	Constantes cambios durante el proceso de diseño que no permiten concretar el plano final	Horas de reproceso que no son contabilizadas para poder cobrarlas como adicionales a la oferta inicial		Los propietarios se aprovechan de que no se documente para solicitar cuanto cambio quieran hacer	No se analizan los riesgos desde ningún punto de vista en esta etapa	No se puede llevar a cabo una gestión de cambios adecuada, simplemente se procede con lo que se solicita para complacer a los clientes
		No está definido cual es el contenido de cada una de las entregas establecidas						
5	Trámite de permisos		Algunos trámites deben tramitarse desde el inicio del proyecto pues la duración de las respuestas de las instituciones así lo requieren		Cambios solicitados por las instituciones en ocasiones genera que los planos se terminen a la carrera y por ende su calidad se vea afectada		No se analizan los riesgos desde ningún punto de vista en esta etapa.	
6	Trámite de licitación y adjudicación	Las observaciones de los participantes generan cambios y revisiones de especificaciones	Las observaciones hechas por los participantes pueden generar cambios sustanciales en los planos que se tengan hasta ese momento		Cambios solicitados por los participantes en ocasiones genera que los planos se terminen a la carrera y por ende su calidad se vea afectada			
			Los mismos propietarios hacen cambios por el costo del proyecto al final del mismo lo cual atrasa el inicio de la construcción					

# Capítulo V: Análisis de re-procesos de diseño originados en la construcción

---

## Introducción

En el presente capítulo se desarrollará un marco teórico relativo a la descripción del concepto de re-proceso y la identificación de las causas más comunes que constituyen detonantes de estos durante la fase de construcción de un proyecto, pero cuyo origen se encuentra en la etapa de diseño.

Lo anterior se reforzará por medio de la exposición y análisis comparativo de dos casos de proyectos constructivos de tipo industrial extraídos de la realidad, a partir de los cuales se tomarán los listados de órdenes de cambio presentadas durante la fase constructiva y que requirieron en su momento de re-procesos de diseño que respaldaran su ejecución. Estas órdenes de cambio serán clasificadas de acuerdo a sus causas de origen y se les asociará un valor porcentual que refleje el peso de cada una respecto al monto total de extras presentadas durante la construcción.

Por motivos de confidencialidad, se protegerán los nombres de las empresas de diseño que facilitaron los datos y de los clientes propietarios de los proyectos en estudio. Asimismo, se omitirá indicar los montos en colones asociados a cada orden de cambio y en su lugar se mostrará el valor porcentual de cada una respecto al total de órdenes de cambio.

### **5.1. Nociones Básicas referentes a re-procesos de Diseño**

En el ámbito del diseño de obras de construcción, todo trabajo que implique planteamiento de nuevos conceptos de diseño, cambio de especificaciones y correcciones en general, de manera posterior a la entrega del juego de planos que se considera como definitivo, constituye un re-proceso de diseño.

Durante las etapas previas a la construcción, los re-procesos tienen un alto costo para las empresas dedicadas a actividades de diseño, debido a dos motivos primordiales:

- a) Implican inversión de trabajo adicional al presupuestado originalmente para determinado proyecto. Esto se traduce en un mayor costo.
- b) Conllevan un costo de oportunidad implícito e incuantificable, ya que obligan a destinar recursos a resolver problemas y solventar vacíos de proyectos que ya fueron finalizados y facturados, cuando esos mismos recursos podrían estarse destinando a desarrollar nuevos proyectos que produzcan nuevos ingresos para la empresa.

Esta situación se convierte en un círculo vicioso, pues al tenerse que dedicar tiempo a re-procesos de proyectos antiguos, se gasta el tiempo que se dispone para desarrollar los proyectos en los que se debería estar trabajando, lo cual produce un atraso en los mismos. Este atraso a su vez suele ser contrarrestado por el equipo de diseño con una disminución de la calidad y el grado de detalle con la que se ejecutan los proyectos, lo cual producirá a mediano plazo nuevos re-procesos de diseño.

Previo a la construcción, las secuelas de los re-procesos de diseño sobre el propietario suelen ser bajas. No obstante, las consecuencias de los re-procesos de diseño una vez iniciada la etapa constructiva suelen magnificarse para la empresa consultora y paralelamente causan un efecto grave sobre el propietario y la misma empresa constructora. Esto se debe a que en la etapa constructiva ya las obras se han presupuestado, se han programado las actividades requeridas, se han contratado recursos e incluso se han ejecutado trabajos con base a los planos resultantes del proceso de diseño original. Por tanto, la aparición de re-procesos en esta fase dará origen a órdenes de cambio que producirán implicaciones sobre el plazo de entrega de la obra, el costo final de la misma y la calidad con la que se ejecuta.

La no finalización de la obra en el plazo requerido representa un costo de oportunidad para la constructora, la empresa consultora y el propietario, al no poder dedicar su tiempo a la ejecución de otros proyectos.

De la misma manera, el atraso en la finalización de la construcción también se traduce en multas económicas para la constructora, que responden al alto costo que implica para el propietario el hecho de no poder ocupar su proyecto e iniciar su operación en la fecha requerida.

Se define la existencia de diez causas comunes que dan origen a re-procesos de diseño durante la etapa de construcción. Estas se describen a continuación.

- I. Errores de especificación:* inexactitud o equivocación cometida al especificar las cualidades o características de determinado elemento o conjunto de elementos de una solución constructiva. Ej: Incorrecta especificación del diámetro o la ruta de una tubería de evacuación pluvial.
- II. Incumplimiento de requerimientos del propietario:* no satisfacción de las bases de diseño establecidas por el cliente para la concepción de determinado elemento o conjunto de elementos de una solución constructiva. Ej: El aposento destinado a comedor de empleados en una empresa manufacturera no tiene el área suficiente para albergar a los trabajadores.
- III. Incumplimiento de normativas y estudios preliminares:* no satisfacción de las restricciones establecidas por el marco vigente de reglamentos y normativas concernientes a la regulación de la construcción de obras, ni los resultados arrojados por los estudios preliminares realizados. Ej: La edificación tiene una altura superior a la permitida por las autoridades en zonas cercanas al aeropuerto nacional.
- IV. Omisiones:* Falta por haber dejado de detallar o especificar determinado elemento o conjunto de elementos de una solución constructiva. Ej: Se olvidó

indicar en planos la necesidad de un transformador en la acometida de alimentación eléctrica principal del proyecto.

- V. *Inconsistencias*: Falta de coherencia o coincidencia entre lo especificado en distintas partes de un mismo juego de información constructiva. Ej: Los planos estructurales muestran buques de puerta de 2,20m de alto y los planos arquitectónicos muestran buques de puerta de 2,10m de alto.
- VI. *Sobre-diseños*: Especificación de cualidades o características que sobrepasan los requerimientos óptimos de diseño para determinado elemento o conjunto de elementos de una solución constructiva. Ej: El espesor de un pavimento de concreto es mayor al que se hubiera especificado realizando un diseño detallado.

A pesar de que la detección de los sobre-diseños durante la fase constructiva lleva a la generación de créditos y devoluciones de partidas para el propietario, se consideran dentro del presente análisis como si se tratara de sobrecostos, ya que si no se detectaran implicarían la erogación por parte del cliente de una suma de dinero mayor a la que en realidad se requiere.

- VII. *Imprevistos por fuerza mayor*: Manifestación de situaciones más allá de la capacidad de predicción del comportamiento del proyecto por parte del diseñador, que culminan en la re-conceptualización de determinado elemento o conjunto de elementos de una solución constructiva. Ej: Debido a la aparición de un manto rocoso se requiere reubicar la línea de tubería de aguas negras.
- VIII. *Modificaciones de requerimientos por parte del propietario*: Cambios originados por el propietario debido a variación en sus necesidades y expectativas respecto a determinado elemento o conjunto de elementos de una solución constructiva. Ej: Se debe agregar mayor número de

tomacorrientes que el solicitado originalmente en el área de comedor de un colegio.

- IX. *Falta de Constructabilidad*: se refiere a la ausencia de factibilidad y facilidad para que los componentes de un proceso constructivo puedan ser combinados para finalizar un proyecto dentro el plazo y costo requeridos. Ej: Las vigas que llegan a una columnas son todas de diferente dimensión lo que complica la construcción de los nudos.
  
- X. *Recolección deficiente requerimientos de diseño*: Pobre determinación de las necesidades y expectativas del propietario respecto de determinado elemento o conjunto de elementos de una solución constructiva. Se diferencia de la causa II en que esta se da por una mala práctica de recolección de información y la otra por negligencia en el manejo de la información. Ej: Se especifique un tipo de puertas metálicas y el propietario tiene un socio comercial de puertas de madera o algún otro material.

## **5.2. Descripción de casos**

### **5.2.1. Caso 1: Ampliación de Nave Industrial**

El primer caso que se estudiará en este documento, está constituido por un proyecto de ampliación de una nave industrial para almacenamiento de productos alimenticios existente, ubicada fuera del área metropolitana.

La obra en cuestión tiene un área aproximada de 2000m<sup>2</sup> e involucra el levantamiento de una estructura de marcos de acero de alma llena con cerramientos de mampostería, una losa de concreto que soportará el tráfico de montacargas y una cubierta de canaleta rectangular. Los acabados son básicos y concebidos para tráfico pesado. La instalación eléctrica de la edificación está compuesta básicamente por tomacorrientes y luminarias. Hay tuberías de evacuación de aguas industriales conectadas a una trampa de grasas y arenas; instalaciones de evacuación de agua pluvial, bajantes y cajas de registro. Se complementa con la ampliación de un parqueo existente y zonas verdes circundantes.

El listado que se muestra a continuación resume las órdenes de cambio que se presentaron durante la ejecución de la construcción.

**Cuadro 5.1. Ordenes de cambio durante construcción Caso 1**

Orden de Cambio	Concepto	Explicación
1	Instalar ducha lavajos	La ducha lavajos se indicaba en planos pero no estaba acompañada de una nota que aclarara que esta la debía instalar el contratista
2	Acometida trifásica para equipo especializado	Propietario indicó durante la construcción la necesidad de incluir en la bodega un equipo especializado que funcionaba con alimentación eléctrica trifásica, mientras el resto de toda la edificación estaba diseñada para una alimentación monofásica
3	Obras paliativas para control de inundaciones	Se requirió el diseño de obras provisionales para desvío de aguas pluviales del sitio de construcción
4	Re-sello de juntas en losa de piso	En planos no se dejó clara que la colocación del sello de juntas de piso se debía colocar 60 días después de la colada de la losa. Esto ocasionó que se debiera colocar un sello inmediatamente después de colar la losa y otro sello a los 60 días.
5	Mejoramiento de suelo bajo losa de piso	El estudio de suelos especificaba la necesidad de un mejoramiento del material de soporte bajo la losa de piso, y esto no se tomó en cuenta dentro del diseño.
6	Cambio en sección de viga de amarre	Error en el diseño de la sección transversal de la viga de alma llena
7	Construcción de canal con parrilla metálica para evacuación de pluviales en parqueo	Error en el diseño de pluviales debido a que niveles de piso reales eran diferentes a los supuestos en el diseño
8	Construcción de isleta de protección para poste eléctrico	Se estimó originalmente la reubicación del poste. No obstante este se decidió mantener construyéndole una isla alrededor.
9	Construcción de cuneta media caña de 25cm para evacuación de aguas pluviales	No se indicó en planos la necesidad de construir esta cuneta
10	Reforzamiento de tapas de arquetas eléctricas en zona de parqueo	No se indicó en planos la necesidad de ejecutar este trabajo
11	Colado de cuneta y construcción de canal en tierra como paliativo de inundaciones	Obras provisionales para control de inundaciones no previstas en la propuesta de paliativos original.
12	Modificaciones en precinta metálica	Diferencias en dimensiones de precinta entre detalles estructurales y arquitectónicos indujeron a errores de cotización por parte de la constructora.

**Continuación Cuadro 5.1.**

<b>Orden de Cambio</b>	<b>Concepto</b>	<b>Explicación</b>
13	Reubicación de bajantes pluviales	Error en el diseño de pluviales debido a que se daba un choque entre los bajantes y la estructura metálica.
14	Modificaciones en mecanismo de soporte de portón de acceso	Detalle de portón especificado no se adaptaba a lo existente en sitio
15	Cambio de modelo de pintura y sellador de paredes	Propietario decidió colocar una pintura con mayor garantía por parte del fabricante
16	Cambios eléctricos para convertir alimentación eléctrica de monofásica a trifásica en toda la bodega	Propietario decide cambiar la totalidad de la alimentación eléctrica de la bodega de monofásica a trifásica
17	Reubicación de lámparas de emergencia	Una vez colocadas las lámparas se decidió cambiar su ubicación de tal manera que estas no quedaran tapadas por las tarimas de producto.
18	Construcción de parqueo de lastre adicional	Propietario solicita ampliar el alcance del proyecto e incluir un parqueo de lastre adicional
19	Cambios en configuración de tuberías de evacuación de aguas industriales	Ruta original de tuberías no era la óptima
20	Sustitución en toba-cemento bajo placas de fundación	Durante la excavación de placas se halló un suelo deficiente y distinto al descrito por el estudio de suelos original
21	Contratación de camiones cisterna para riego de zonas verdes	Escasez de agua en el área
22	Crédito por reutilización de material de antigua fachada	No se indicaba en planos la posibilidad de reutilizar el material existente
23	Crédito por no suministro de transformador	En sitio existía un transformador en buen estado que podía ser utilizado en vez del que se requería comprar

### **5.2.2. Caso 2: Remodelación de Área Industrial de Producción**

El segundo caso que se analizará corresponde a un proyecto de remodelación de unas instalaciones especializadas para control y análisis químico de procesos industriales de elaboración de productos alimenticios. La obra se encuentra ubicada dentro de una planta industrial de fabricación de productos alimenticios y comprende la construcción de dos niveles de instalaciones que contienen zonas de laboratorio y trabajo, cuartos de almacenamiento de materiales, estanterías, área de oficinas, área de reuniones, cuartos eléctricos, servicios sanitarios. El segundo nivel se apoya sobre una estructura de marcos metálicos de alma llena con entrepiso de losa metálica. El proyecto comprende instalaciones eléctricas de potencia, telecomunicaciones y salidas especiales. Hay aire acondicionado en ambos niveles. Los aposentos se dividen con paredes livianas y los acabados comprenden cerámica, paredes empastadas, cielos suspendidos y puertas de madera y aluminio.

El listado que se muestra a continuación resume las órdenes de cambio que se presentaron durante la ejecución de la construcción.

**Cuadro 5.2. Ordenes de cambio durante construcción Caso 2**

Orden de Cambio	Concepto	Explicación
1	Demolición de tramo adicional de losa de concreto y nivelación de piso	La colocación del acabado de piso requería una superficie nivelada, la cual no se disponía. Por eso fue necesario la demolición de un tramo de la losa de concreto existente
2	Enchape de pared hasta 40cm de altura y construcción de caño para evacuación de aguas de lavado	Durante la construcción se observó que el personal de mantenimiento de la empresa realizaba un lavado de la losa de piso existente con manguera a presión. Dicho proceso mancharía las paredes si no se colocaba un acabado con enchape en la parte inferior de las mismas.
3	Modificaciones en pozo	Se requerían trabajos de mejoramiento dentro de un pozo que transportaba líquidos corrosivos con el fin de que no se transmitieran gases al interior de la instalación industrial adyacente.
4	Malla ciclón para cerramiento de tanque de agua caliente	Propietario solicitó sustituir malla ciclón existente en malas condiciones
5	Arreglo peralte viga en escalera	La ubicación de las escaleras según planos, provocaba un choque con una viga metálica existente
6	Cableado UTP	Cableado requerido para implementar control de acceso
7	Seccionadores equipos de A/C, lámparas adicionales 2do piso	Se olvidó indicar en planos la necesidad de instalar estos accesorios
8	Modificación y reparación de Puertas	Modificaciones surgidas con el fin de modificar la logística de operación de los ingresos y salidas de personal a la edificación
9	Cenefa para puertas corredizas	Adicional surgido para mejorar el acabado de las puertas corredizas de madera
10	Traslado ductos A/C en zona de oficinas II piso	Ductos existentes debieron ser reubicados en oficina de gerente del área
11	Ventilas en mezanine	Se solicita ventilación en área de mezanine
12	Traslado de plataforma de condensadores	Ubicación original de plataforma chocaba con estructura metálica existente

**Continuación Cuadro 5.1.**

<b>Orden de Cambio</b>	<b>Concepto</b>	<b>Explicación</b>
13	Balastos de emergencia adicionales	Área de trabajo se dejó sin balastos de emergencia
14	Cerramiento Cedazo Tapicheles	Propietario solicita una protección contra insectos y aves en tapicheles de edificación
15	Películas de Seguridad en Ventanas Segundo Piso y película polarizada en mezanine	Adicional con el fin de disminuir impacto de radiación solar sobre el área de trabajo
16	Poste de protección columna mezanine	Adicional con el fin de proteger estructura de ampliación del choque de montacargas y camiones
17	Cambio de ruta de tubería de cobre	Ruta definida originalmente no era construible debido a presencia de obstáculos en sitio
18	Válvula Reguladora de presión para servicio sanitario	Este accesorio se omitió colocar y sin él las piezas sanitarias no operarían correctamente
19	Extractores	Propietario decidió reutilizar equipos que disponía en su plantel
20	Curvas Sépticas	Se especificaron estos accesorios en todas las aristas de la edificación y el propietario solicitó que se eliminaran por considerarlas irrelevantes en su operación
21	Pared eliminada en 1º nivel	Movimiento de paredes solicitado por propietario
22	Cambio de ventanería	Propietario simplifica configuración de ventanas
23	Cambio de cable #8 a #10	Cable especificado en planos podía ser de menor calibre en la realidad
24	Extintor en primer nivel	Se habían especificado más extintores que los requeridos por norma
25	Tramo de baranda no colocado en 2do piso	Se había indicado en planos la construcción de un tramo de baranda innecesario

### **5.3. Análisis de casos**

El análisis que se llevará a cabo consiste en la clasificación de las órdenes de cambio planteadas previamente para los casos 1 y 2 de acuerdo a sus causas de origen. Asimismo, se procederá a asociar a estas órdenes de cambio un valor porcentual que refleje el peso de cada una respecto al monto total de extras presentadas durante la construcción.

La ley de Pareto establece que el 20% de las fuentes causa el 80% de los problemas. [11] Haciendo uso de este principio se desarrollarán diagramas de Pareto en los cuales se buscará demostrar de una manera gráfica cuáles causas son las que con mayor frecuencia originan la aparición de órdenes de cambio durante la fase constructiva. Asimismo, se desarrollarán gráficos de barras en los que se expondrá de manera comparativa cuáles causas son las que están asociadas a órdenes de cambio con mayor peso económico para el propietario.

#### **5.3.1. Análisis de Caso 1**

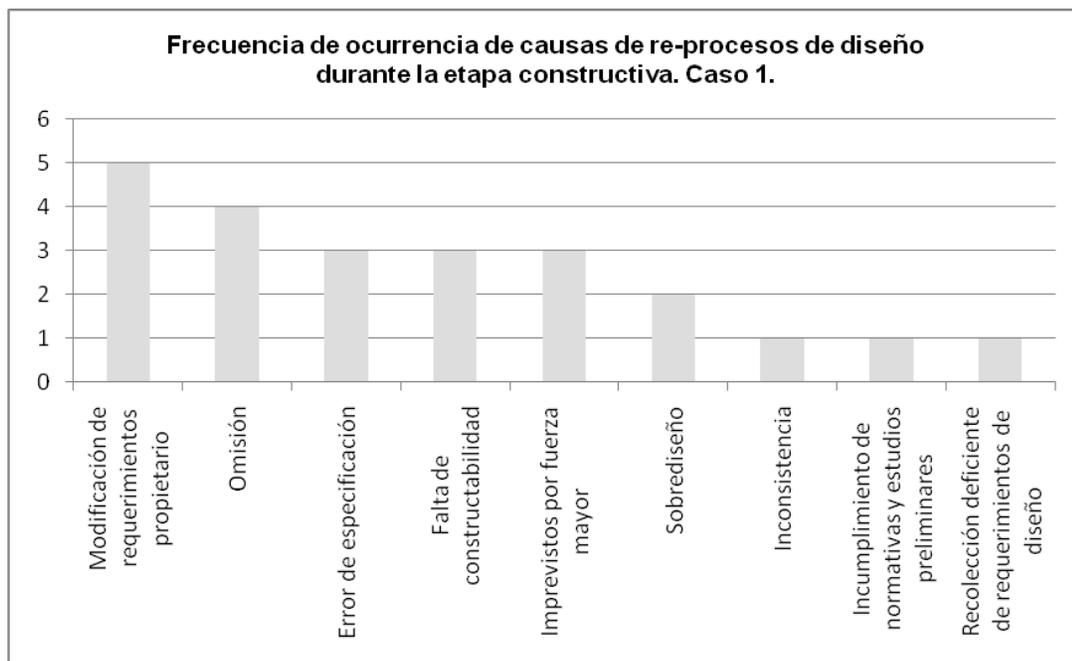
A continuación se presenta la lista de órdenes de cambio del Caso 1 agrupadas de acuerdo a la clasificación de causas origen de re-procesos definidas en el apartado 1 de este capítulo.

*Cuadro 5.3. Clasificación de OC del Caso 1 según causas y pesos porc. de costo.*

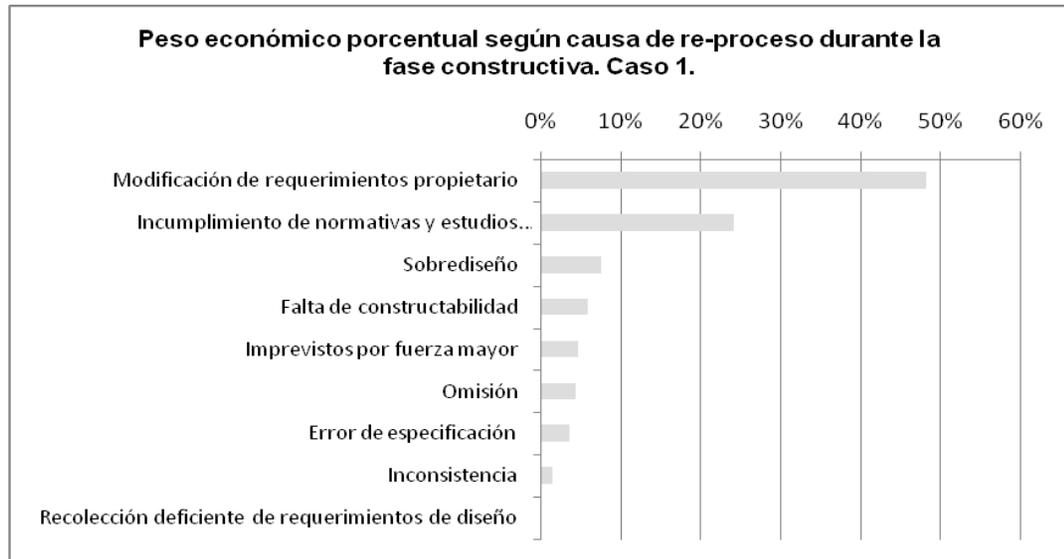
<b>Orden de Cambio</b>	<b>Concepto</b>	<b>Causa</b>	<b>Peso Porcentual</b>
1	Instalar ducha lavaojos	Omisión	0,40%
2	Acometida trifásica para equipo especializado	Modificación de requerimientos propietario	2,40%
3	Obras paliativas para control de inundaciones	Modificación de requerimientos propietario	9,16%
4	Re-sello de juntas en losa de piso	Omisión	3,05%
5	Mejoramiento de suelo bajo losa de piso	Incumplimiento de normativas y estudios preliminares	24,21%
6	Cambio en sección de viga de amarre	Error de especificación	2,36%
7	Construcción de canal con parrilla metálica para evacuación de pluviales en parqueo	Falta de constructabilidad	3,94%
8	Construcción de isleta de protección para poste eléctrico	Error de especificación	0,50%
9	Construcción de cuneta media caña de 25cm para evacuación de aguas pluviales	Omisión	0,38%
10	Reforzamiento de tapas de arquetas eléctricas en zona de parqueo	Omisión	0,54%
11	Colado de cuneta y construcción de canal en tierra como paliativo de inundaciones	Imprevistos por fuerza mayor	0,55%
12	Modificaciones en precinta metálica	Inconsistencia	1,48%
13	Reubicación de bajantes pluviales	Falta de constructabilidad	1,24%
14	Modificaciones en mecanismo de soporte de portón de acceso	Falta de constructabilidad	0,70%
15	Cambio de modelo de pintura y sellador de paredes	Modificación de requerimientos propietario	2,30%
16	Cambios eléctricos para convertir alimentación eléctrica de monofásica a trifásica en toda la bodega	Modificación de requerimientos propietario	5,50%
17	Reubicación de lámparas de emergencia	Recolección deficiente de requerimientos de diseño	0,07%
18	Construcción de parqueo de lastre adicional	Modificación de requerimientos propietario	28,73%
19	Cambios en configuración de tuberías de evacuación de aguas industriales	Error de especificación	0,77%
20	Sustitución en tabicamiento bajo placas de fundación	Imprevistos por fuerza mayor	3,42%
21	Contratación de camiones cisterna para riego de zonas verdes	Imprevistos por fuerza mayor	0,69%
22	Crédito por reutilización de material de antigua fachada	Sobrediseño	5,93%
23	Crédito por no suministro de transformador	Sobrediseño	1,68%

Según la información tabulada previamente, se pueden generar los gráficos que se muestran a continuación:

**Gráfico 5.1. Frecuencia de ocurrencia de causas de re-procesos de diseño durante la etapa constructiva. Caso 1**



**Gráfico 5.2. Peso económico de causas de re-procesos de diseño durante la etapa constructiva. Caso 1**



Para el caso en estudio, del gráfico 5.1 se desprende que las causas que tienen mayor incidencia en la generación de re-procesos de construcción son:

- Modificaciones de Requerimientos por parte del Propietario
- Omisiones
- Errores de especificación
- Falta de constructabilidad
- Imprevistos por fuerza mayor

De la misma forma, para este caso se puede afirmar según lo expuesto por el gráfico 5.2, que el 70% del sobrecosto pagado por el propietario de manera adicional sobre el presupuesto original, se deriva de dos detonantes principales: las modificaciones de requerimientos por parte del propietario sobre la marcha de la etapa constructiva y el incumplimiento de normativas y estudios preliminares por parte del consultor en los planos elaborados.

La ocurrencia de cambios por parte del propietario sobre la marcha de la etapa constructiva es la más recurrente (6 veces) y que tiene un altísimo costo de ejecución para el mismo propietario que representa aproximadamente el 45% del total de costos extras del proyecto.

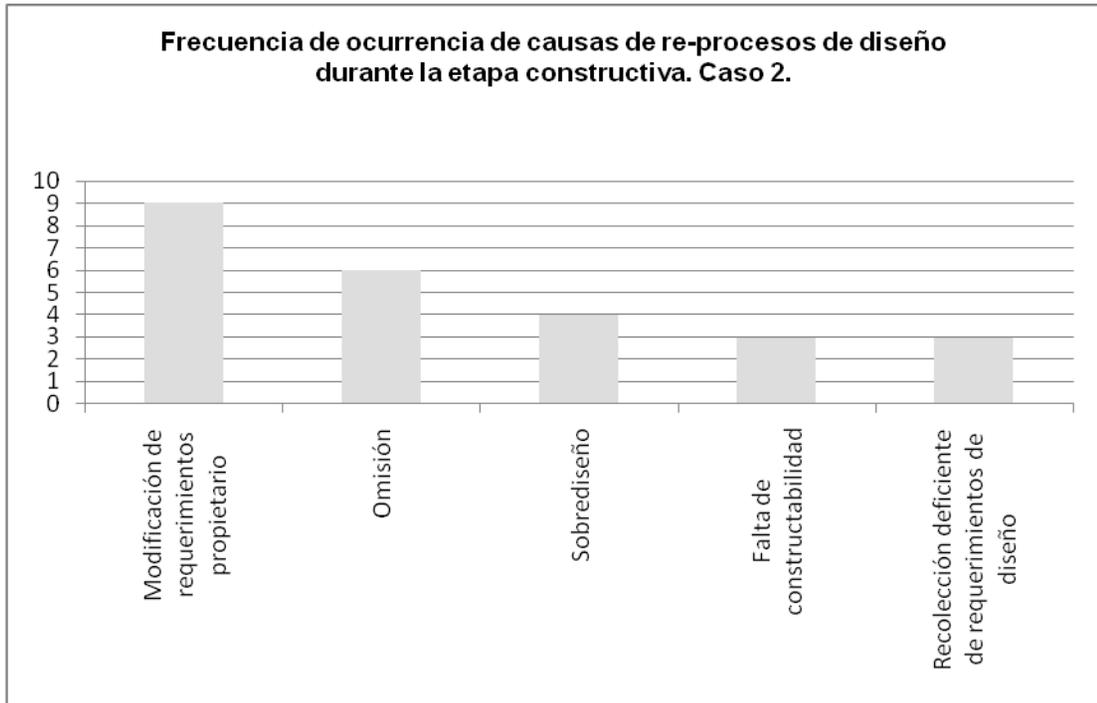
Asimismo, la no incorporación de los resultados brindados por los estudios preliminares y normativas básicas desde la etapa de diseño suele tener un alto impacto económico durante la ejecución. En el presente caso, este alto costo es la consecuencia de haber pasado por alto recomendaciones del estudio de suelos para el diseño de las losas de piso de la bodega (Orden de cambio 5). Es importante destacar que la frecuencia de ocurrencia de la causa de “incumplimiento de normativas y estudios preliminares” es tan solo de 1 vez, pero su impacto económico es prácticamente de 25% del valor total de los costos adicionales generados a lo largo de todo el proyecto descrito en este caso.

### 5.3.2. Análisis de Caso 2

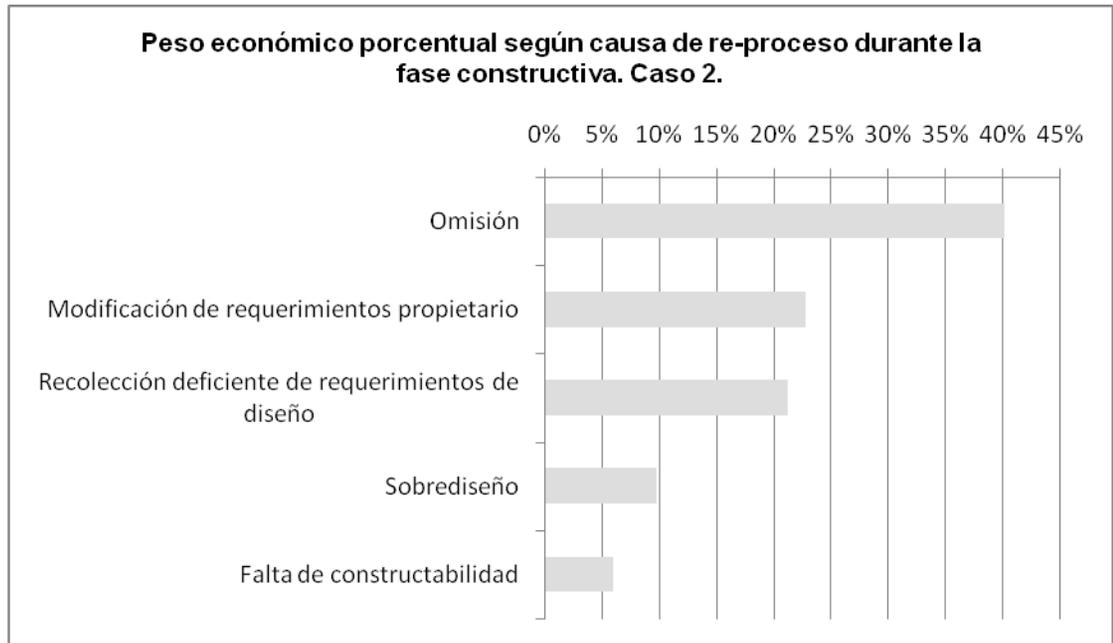
**Cuadro 5.4. Clasificación de OC del Caso 2 según causas y pesos porcentuales de costo.**

Orden de Cambio	Concepto	Causa	Peso Porcentual
1	Demolición de tramo adicional de losa de concreto y nivelación de piso	Omisión	27,4%
2	Enchape de pared hasta 40cm de altura y construcción de caño para evacuación de aguas de lavado	Recolección deficiente de requerimientos de diseño	2,8%
3	Modificaciones en pozo	Recolección deficiente de requerimientos de diseño	17,9%
4	Malla ciclón para cerramiento de tanque de agua caliente	Modificación de requerimientos propietario	0,3%
5	Arreglo peralte viga en escalera	Falta de constructabilidad	2,5%
6	Cableado UTP	Modificación de requerimientos propietario	1,2%
7	Seccionadores equipos de A/C, lámparas adicionales 2do piso	Omisión	3,6%
8	Modificación y reparación de Puertas	Modificación de requerimientos propietario	5,9%
9	Cenefa para puertas corredizas	Omisión	2,4%
10	Traslado ductos A/C en zona de oficinas II piso	Recolección deficiente de requerimientos de diseño	0,6%
11	Ventilas en mezanine	Modificación de requerimientos propietario	1,5%
12	Traslado de plataforma de condensadores	Falta de constructabilidad	0,8%
13	Balastos de emergencia adicionales	Omisión	2,4%
14	Cerramiento Cedazo Tapicheles	Modificación de requerimientos propietario	3,1%
15	Películas de Seguridad en Ventanas Segundo Piso y película polarizada en mezanine	Modificación de requerimientos propietario	2,1%
16	Poste de protección columna mezanine	Omisión	2,0%
17	Cambio de ruta de tubería de cobre	Falta de constructabilidad	2,7%
18	Válvula Reguladora de presión para servicio sanitario	Omisión	2,4%
19	Extractores	Modificación de requerimientos propietario	2,7%
20	Curvas Sépticas	Sobrediseño	7,8%
21	Pared eliminada en 1º nivel	Modificación de requerimientos propietario	0,8%
22	Cambio de ventanería	Modificación de requerimientos propietario	5,2%
23	Cambio de cable #8 a #10	Sobrediseño	0,5%
24	Extintor en primer nivel	Sobrediseño	1,1%
25	Tramo de baranda no colocado en 2do piso	Sobrediseño	0,4%

**Gráfico 5.3. Frecuencia de ocurrencia de causas de re-procesos de diseño durante la etapa constructiva. Caso 2**



**Gráfico 5.4. Peso económico de causas de re-procesos de diseño durante la etapa constructiva. Caso 2**



A partir de lo que se resume en el gráfico 5.4, se puede afirmar que para el presente caso en estudio el 80% de los problemas de re-proceso de diseño durante la construcción se explican a partir de tres causas principales:

- Modificación de requerimientos del propietario
- Omisiones de diseño
- Sobre-diseño

Esto es consistente casi de manera total con lo mostrado en el gráfico siguiente al analizado, en el cual se observa que el 80% de los costos adicionales generados durante el proyecto se debe nuevamente a modificaciones de requerimientos por parte del propietario, a omisiones de diseño y adicionalmente a recolección deficiente de requerimientos de diseño.

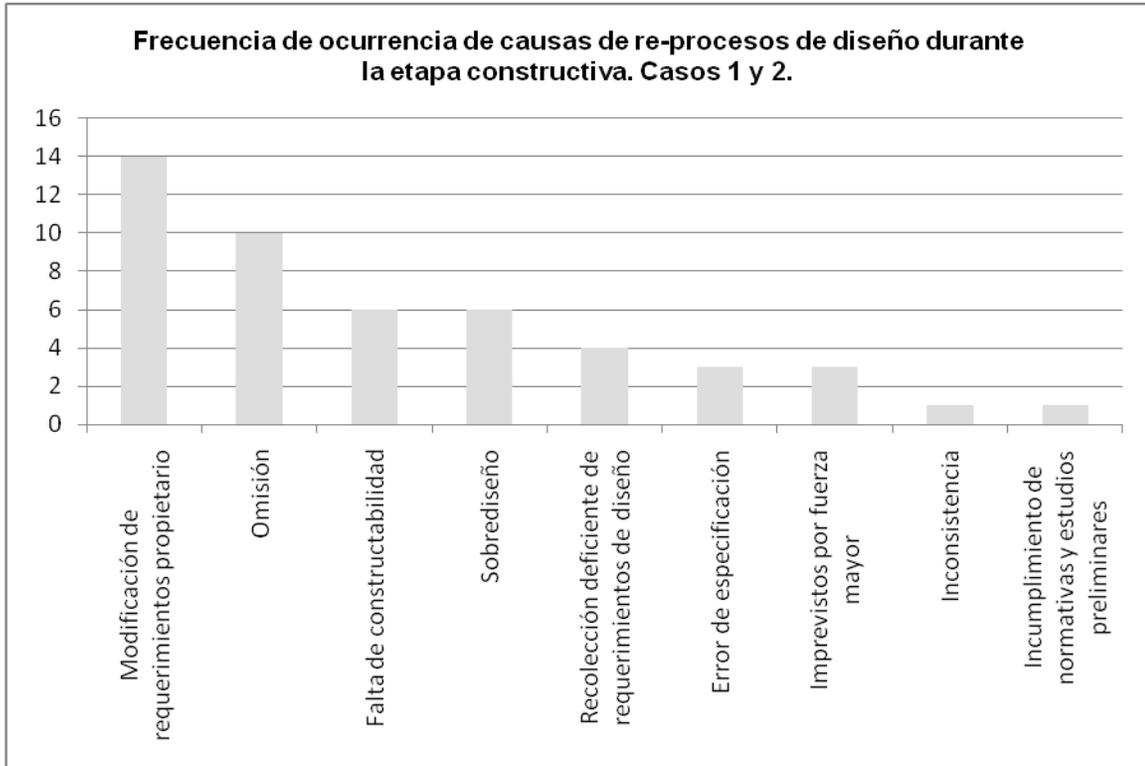
En comparación al caso 1, vuelve a observarse la gran relevancia que tiene en los re-procesos de diseño durante la construcción las modificaciones de requerimientos por parte del propietario.

### **5.3.3. Análisis Conjunto de Casos 1 y 2**

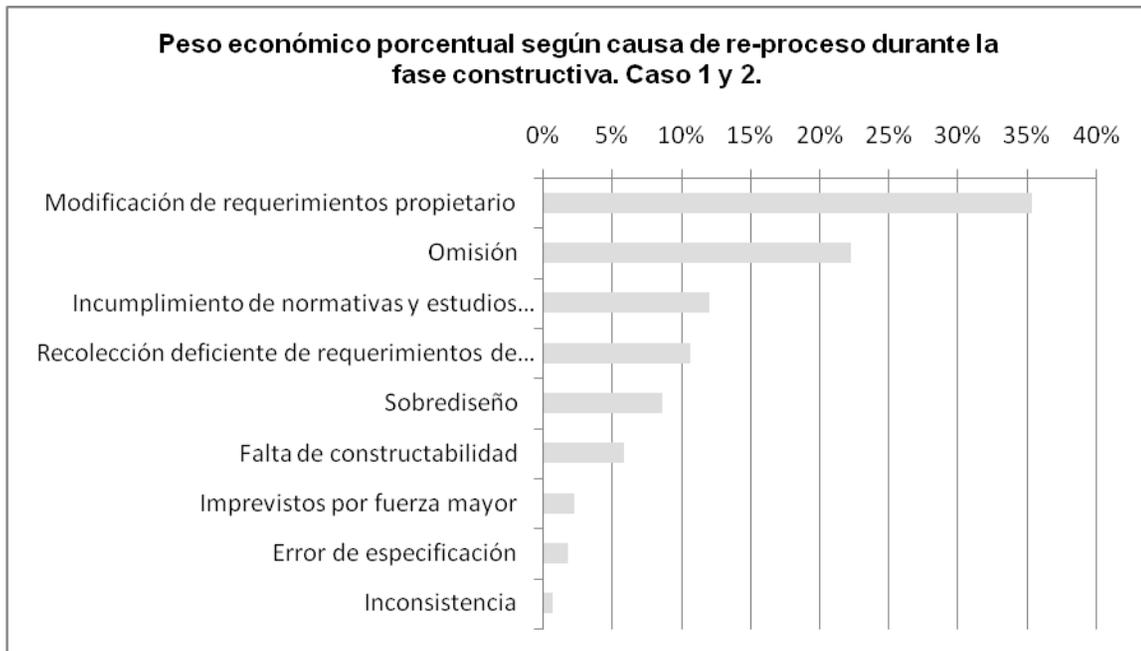
A pesar de que los casos 1 y 2 constituyen proyectos separados y fueron desarrollados en momentos diferentes, bajo equipos distintos de trabajo y condiciones completamente específicas para cada uno; según lo observado en las secciones previas de este análisis, se percibe en ambos casos la existencia de un patrón de comportamiento repetitivo en cuanto a las causas que constituyen los detonantes más frecuentes de los re-procesos durante una construcción y las que tienen la mayor implicación económica para el propietario.

Esto es aún más evidente si se fusiona la información recolectada a partir de los casos 1 y 2 como si se tratara de un mismo proyecto y se desarrollan las mismas herramientas gráficas aplicadas anteriormente para el análisis conjunto de los datos. Los diagramas de Pareto se elaboraron con base en las frecuencias de ocurrencia de las diferentes causas y los diagramas de barras de costos se obtuvieron de una ponderación de los pesos porcentuales de las órdenes de cambio asociadas a cada fuente de origen. A continuación se muestran los diagramas de barras asociados.

**Gráfico 5.5. Frecuencia de ocurrencia de causas de re-procesos de diseño durante la etapa constructiva. Caso 1 y 2**



**Gráfico 5.6. Peso económico de causas de re-procesos de diseño durante la etapa constructiva. Casos 1 y 2**



Según lo observado en el gráfico 5, desde una perspectiva global las fuentes que explican el 80% de los re-procesos de diseño durante la fase constructiva –para los casos estudiados- las constituyen las siguientes:

- Modificaciones de requerimientos por parte del propietario
- Omisiones
- Falta de constructabilidad
- Sobre-diseños

El 20% restante de los problemas de re-procesos originados durante la construcción de los ejemplos expuestos suele explicarse por causas muy diversas que suelen variar de un proyecto a otro. Siguiendo el principio de Pareto, es en las fuentes que originan el 80% de los problemas en las que se centrará este análisis.

Paralelamente, desde la perspectiva del costo y para los caos estudiados, existen cuatro factores principales que producen el mayor efecto económico sobre el presupuesto base de un proyecto determinado. Estos son:

- Modificaciones de requerimientos por parte del propietario (36% del total de órdenes de cambio)
- Omisiones de diseño (23% del total de órdenes de cambio)
- Incumplimiento de normativas y estudios preliminares (12% del total de órdenes de cambio)
- Recolección deficiente de requerimientos de diseño (11% del total de órdenes de cambio)

Habiendo planteado lo anterior, se pueden deducir las siguientes afirmaciones:

1. Las modificaciones de requerimientos por parte del propietario y las omisiones de diseño por parte del consultor suelen ser los factores que con mayor frecuencia originan re-procesos de diseño durante la etapa constructiva. Asimismo, ambas fuentes están asociadas a los impactos que tienen la mayor relevancia desde el punto de vista de costos, pues dan origen a numerosas órdenes de cambio durante la construcción.
2. Las modificaciones en requerimientos de diseño por parte del propietario sobre la marcha del proceso constructivo están presentes en todos los proyectos. Su prevención es difícil por parte de la empresa diseñadora pues estos cambios se originan en un tercero -que es el propietario-, cuya visión del proyecto y percepción de las necesidades puede variar en múltiples ocasiones

a lo largo de la ejecución. Este tipo de cambios constituyen para el diseñador una fuente de ingresos, pues representan trabajo que se puede cobrar. Por tanto, es indispensable la existencia de un buen manejo y administración de la documentación referente a cambios solicitados por el propietario sobre la marcha de la construcción. Para esto, se recomienda la utilización de formularios de aprobación de orden de cambio. Durante los procesos constructivos, este tipo de formularios son desarrollados por parte de la empresa contratista. No obstante, el diseñador debe siempre disponer de una copia de cada uno de estos formularios de cambios y debe almacenarlos de manera ordenada, pues constituyen la base de datos que le permitirá posteriormente facturar al propietario el trabajo que se llevó a cabo de más.

3. Según lo observado, las omisiones de diseño constituyen una causa de re-procesos de diseño durante la construcción con un alto grado de ocurrencia e impacto económico considerable para el propietario. La responsabilidad por este tipo de fuente de re-procesos recae completamente sobre el diseñador y por tanto, es a este a quien corresponde prevenir su aparición. Dado que una omisión constituye una falta por haber dejado de indicar o detallar algo que se sabía que se requería, la forma de prevenirlo es por medio de prácticas de revisión basadas en listas de chequeo generadas con base a requerimientos establecidos al inicio del proceso de diseño.
4. La falta de constructabilidad y el sobre-diseño, constituyen ambas fuentes comunes de re-procesos durante la construcción y se originan de una mala gestión de la fase de diseño por parte de las empresas consultoras. A pesar de su alta frecuencia de ocurrencia, su impacto económico sobre el presupuesto original no es tan considerable como el que está asociado a los cambios de requerimientos por parte del propietario y a las omisiones de diseño.

5. Según los casos vistos, los problemas de constructabilidad tienen una alta frecuencia de ocurrencia y por su naturaleza suelen manifestarse sobre la marcha de la construcción. Se pueden prevenir con herramientas como listados de chequeo de constructabilidad, cuya aplicación debe realizarse de manera preventiva y proactiva desde las etapas tempranas del proceso de diseño, cuando la capacidad de toma de decisiones es mayor. En el capítulo siguiente se ampliará este tema.
6. El impacto del sobre-diseño en una obra suele ser subestimado pues si son detectados a tiempo suelen transformarse en créditos para el propietario. No obstante, si estos se pasan por alto y no se detectan a tiempo, llevan al propietario a incurrir en costos innecesarios.

Desde la perspectiva de la empresa consultora, el sobre-diseño constituye un re-proceso que requiere inversión de recursos para corregirse y conllevan una pérdida de credibilidad por parte del cliente hacia la empresa consultora. En general, los sobre-diseños se originan durante la etapa de diseño por falta de tiempo para detallar todos los aspectos de un determinado proyecto, falta de proactividad del diseñador a cargo a la hora de optimizar el diseño, o mala recolección de requerimientos y supuestos de diseño que obligan al diseñador a hacer supuestos más conservadores de lo necesario. Todos estos factores culminan en la especificación de elementos con características que sobrepasan el nivel funcional óptimo requerido.

La prevención del sobre-diseño se puede lograr llevando a cabo desde las etapas tempranas del diseño una recolección detallada de los supuestos, bases de diseño y requerimientos del propietario, con miras a que el marco de información disponible para elaborar los planos permita proporcionarle al cliente un producto que se ajuste de manera precisa a sus necesidades. Adicionalmente, es importante que los tiempos de trabajo requeridos para diseñar y elaborar planos sean definidos de manera realista, esto con el fin de

que no sea necesario sacrificar el detalle con el que se desarrollan los diseños en función de un compromiso de tiempo.

7. Según lo observado, el incumplimiento de normativas y estudios preliminares y recolección deficiente de requerimientos de diseño, se identifican como causas de re-procesos de diseño durante la construcción con una baja frecuencia de ocurrencia pero un alto impacto económico para el propietario.
8. Tanto el incumplimiento de normativas y estudios preliminares como la recolección deficiente de requerimientos de diseño suelen tener una frecuencia baja de ocurrencia, pero cuando se presentan su efecto económico es considerable sobre el propietario. Esto se debe a que ambos aspectos constituyen la base sobre la que se fundamenta un diseño y en general, el proceso de confección de los planos que permitirá posteriormente llevar el proyecto a la realidad. Por tal motivo, errores en estos aspectos pasan una factura alta para el proyecto pues implican sobrecostos de gran magnitud asociados a corregir las bases bajo las cuales se concibió determinada obra.

Por tal motivo, se debe resaltar el alto valor que tiene la planificación detallada de los proyectos, sus requerimientos y el marco de normativas y estudios sobre los cuales se fundamenta una obra.

De acuerdo con lo analizado previamente, se esboza como posible alternativa para la disminución del efecto de las fuentes de re-proceso más frecuentes y de mayor impacto económico, la aplicación de las siguientes herramientas,

- Matriz de requerimientos vs interesados
- Acta de constitución de proyecto con detalle de supuestos de diseño
- Listas de chequeo de constructabilidad
- Formularios de orden de cambio por parte del consultor

Todas estas herramientas serán ampliadas en el capítulo siguiente.

# Capítulo VI: Propuesta de metodología de planificación y control del proceso de diseño en las empresas tipo

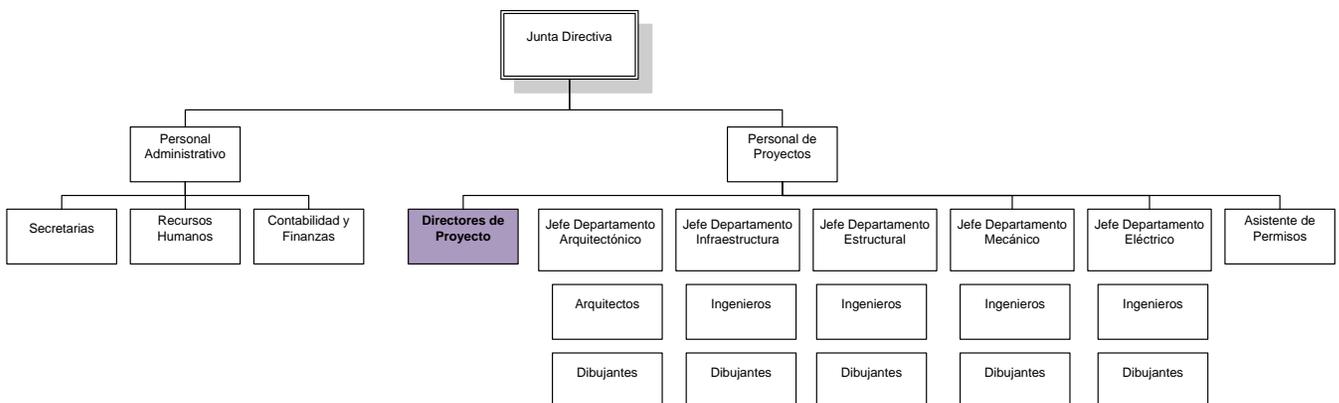
## Introducción

En el presente capítulo se expondrá la propuesta de la metodología que se considera aplicable en los proyectos de diseño para mejorar la planificación y el control de los mismos.

Se definirá una nueva propuesta de organigrama y un diagrama de proceso mejorado basado en la información recopilada en los capítulos anteriores.

Se identificarán las herramientas que se utilizarán en cada una de las áreas del conocimiento con el fin de mejorar el proceso.

### 6.1. Descripción de Organigrama Propuesto



Visio 2007

**Figura 6.1.** Organigrama sugerido.

En el organigrama mostrado se presenta una estructura de corte más matricial en la que se incluye la presencia de directores de proyecto como parte del personal de proyectos. Estos nuevos miembros del equipo constituyen profesionales encargados de coordinar, dirigir, planificar y controlar todos los recursos involucrados en la realización de determinado proyecto. Su función estará dirigida a crear puentes de enlace entre los diferentes involucrados dentro de un proyecto de diseño, reducir el costo asociado a re-procesos de diseño, mejorar la calidad del producto entregado, reducir el tiempo de ejecución y mejorar la administración de la comunicación.

Tal como se puede observar, la posición jerárquica de los directores de proyecto planteada en este organigrama no responde directamente a ningún departamento funcional, lo cual les otorga un rango suficiente para liderar proyectos conformados por profesionales de varias disciplinas. El rango jerárquico de los directores de proyecto no es superior al de los jefes de departamentos funcionales. Por tanto, estos directores de proyecto deberán solicitar y negociar con los jefes departamentales la asignación de recursos a los proyectos que lideran. Es por esto que cobra una gran importancia que quienes ejerzan el rol de directores de proyecto posean una experiencia amplia, conocimientos técnicos generales, habilidades de negociación y buen trato del personal.

El perfil de estos profesionales estaría constituido por Ingenieros Civiles, Mecánicos o Eléctricos, según la naturaleza del proyecto. Con al menos 5 años de experiencia en labores de coordinación y con una facilidad para liderar un equipo de manera eficaz hacia los resultados. Son profesionales que no van a ejecutar diseño y cuyo éxito en su labor se medirá con base en la ejecución de proyectos según los planes de presupuesto, cronograma y calidad.

## **6.2. Descripción del Proceso Propuesto**

Este apartado lo que pretende es describir de manera detallada el proceso recomendado para el diseño. Este proceso contiene las mejoras que los autores consideran son buenas prácticas de administración que ayudarán a que los trabajos

se desarrollen con mayor fluidez y que a la vez durante el proceso se genere la documentación suficiente y únicamente necesaria para que los cambios que se vayan a dar en el proyecto puedan ser negociados y resueltos de la mejor manera.

El proceso inicia cuando un cliente lleva sus necesidades a una empresa. Se mantiene que el propietario o socio de la empresa es quien atiende al cliente. Puede darse el caso, en que ya el cliente sea conocido y se tenga por seguro que el proyecto va a ser adjudicado a la empresa, por lo que el Director de Proyecto podría involucrarse desde este momento en el proyecto para que vaya entendiendo las expectativas del cliente y conceptualizando que es lo que se debe hacer. Aquí es donde se establece un primer cambio en relación al procedimiento definido en el capítulo 1 de este documento. Posterior a la reunión o reuniones en las que el cliente transmite al socio sus necesidades y expectativas y previo a la preparación de la oferta, el Socio debe identificar de manera general los entregables involucrados en el proyecto, estimar un tiempo realista de entrega de cada uno y determinar los recursos humanos requeridos por cada uno. Para esto se recomienda que el socio consulte al potencial equipo de trabajo o pida la opinión de uno de los directores de proyecto. La oferta que se prepare debe ser un documento escrito formal (No un correo electrónico) y ha de contener información clara de los servicios contratados, indicar claramente cuáles son las condiciones de la contratación, qué se excluye del trabajo. Debe incluir, tal y como se hace en el proceso actual, el cobro de honorarios, estimado de tiempo y la definición de los entregables que constituyen parte del alcance a cubrir.

Debido a la naturaleza política y de mercadeo de esta etapa, en la que la relación comercial se maneja directamente entre el socio y el cliente, es que se considera que esta modificación en la forma de presentación de la oferta es lo que se puede pretender hacer por el momento para que pueda ser aplicado por las empresas inmediatamente sin que les cause mucho impacto en la captación de nueva clientela o trabajos.

La firma del contrato, viene a ser la orden de inicio del proyecto. El trabajo del equipo no debería iniciar hasta que no se tenga esta señal de trato. En caso de que un Director no haya sido asignado al proyecto, este es el momento para hacerlo.

En este momento, al igual que en proceso existente el Director de Proyecto asignado empieza la comunicación directa con el cliente con la finalidad de obtener la información inicial básica del proyecto y de la propiedad donde se desarrollará el mismo, así como escuchar las necesidades y expectativas del propietario. En esta etapa se recolectan planos de catastro, información de los propietarios registrales, reglamentos aplicables, etc.

Asimismo, en este momento se deben realizar visitas al sitio en el que se hagan registros fotográficos de las condiciones iniciales del sitio.

Con base en este intercambio de información se generará un documento denominado Acta de Constitución de Proyecto (Ver Anexo 3). En este documento se incluye la descripción del proyecto y la necesidad que lo justifica, la información detallada del alcance del proyecto así como las exclusiones, se definen los supuestos que deberán tomarse para efectos de diseño en general y por disciplina, se hace referencia a toda la normativa aplicable al proyecto, se establecen las restricciones existentes.

Paralelamente a la creación del Acta de Constitución de Proyecto, se debe elaborar una Estructura Desglosada de Trabajo o EDT, en la cual se detallan de manera gráfica los entregables de los que está conformado el proyecto, las actividades que se requieren realizar para completarlos y las tareas en las que a su vez se subdividen las actividades. Esta es una herramienta sencilla que permitirá delimitar el alcance del proyecto. En la sección de anexos se muestra un ejemplo de EDT.(Ver anexo 4)

Con base en el EDT se elaborará un cronograma lo suficientemente detallado y realista de lo que será el proceso de diseño. Este documento debe ser firmado por el

propietario. Esto se hace con la finalidad de que tanto el propietario como la empresa tengan un panorama más claro de que es lo que se quiere y cuáles son las limitaciones que se tendrán desde distintos puntos de vista (legal, ingenieril, de permisos) y que ambos al firmar se responsabilicen y asuman lo que tengan que asumir en el momento en que se alguna situación se presente. En este momento, y bajo la base de un cronograma detallado, es que se puede tratar de negociar con el cliente, el cambio de alguna fecha de entrega parcial o definitiva de determinado entregable.

Finalmente, y utilizando como base el cronograma, se debe elaborar un programa de costos acumulados con respecto al tiempo, denominado línea base. El cual permitirá controlar las variables de tiempo y el costo a lo largo del proyecto y vigilar el cumplimiento del presupuesto originalmente destinado por parte del propietario para el cumplimiento del proyecto. Esto se logrará por medio de una aplicación simplificada de la metodología del Valor Ganado (Anexo 12), cuya plantilla de implementación se incluye en la sección de anexos al final de este documento. La aplicación simplificada de la metodología del valor ganado consistirá en la graficación de las curvas de costos acumulados presupuestados, costos acumulados reales a la fecha de corte y valor ganado acumulado a la fecha de corte. Por medio de estos gráficos se analizará visualmente si el proyecto se encuentra atrasado o adelantado, y si está sobregirado o con superávit.

Una vez concluida esta fase del proceso, se mantiene la práctica de que las actividades de trámite de permisos preliminares (consultas), la contratación de estudios adicionales (topografía) y la contratación de los estudios preliminares especiales se hagan paralelamente.

Cuando esta información sea recopilada debe hacerse un informe (Ver Anexo 6) en el que se resuman los resultados de las consultas realizadas, las implicaciones que estos resultados pueden tener en el desarrollo del proyecto, las nuevas restricciones que se generan a partir de éstas y la elaboración de un listado de riesgos potenciales

inherentes al proyecto. Se debe incluir adicionalmente copia de los documentos recibidos para poder hacer una entrega formal de esta parte del proceso que sirva para agilizar la gestión de cobro.

Se considera que en este momento se puede hacer un corte en el que se proceda a hacer una primera revisión de costo-tiempo por medio del método del valor ganado. Ver anexo. Es importante aclarar que la explicación de esta metodología se sale del alcance de la presente investigación por tratarse de un tema extensamente desarrollado en fuentes bibliográficas comunes de la materia de administración de proyectos.

Toda la información recibida debe ser almacenada en un sitio de fácil acceso y localización por parte del equipo de proyecto. Se recomienda una carpeta digital o física definida para la información básica inicial del proyecto. Preferiblemente, toda la información debe estar digitalizada y se debe informar a los involucrados del proyecto que la información está disponible para quien la necesite en cualquier momento.

Se recomienda una estructura de almacenamiento de información (ver Anexo 5) basada en las áreas del conocimiento de la Administración de Proyectos. En la sección de anexos se muestra un diagrama esquemático de esta estructura.

La conclusión del informe resumen de la etapa de estudios preliminares y el almacenamiento de la información en la carpeta pública, constituyen una buena razón para convocar el equipo de proyecto que se encargará de la ejecución del mismo, hacerles saber de la existencia de los documentos básicos de inicio e instarlos a leerlos con miras a iniciar las etapas de ejecución.

En este momento es que el equipo del proyecto empieza a trabajar en lo que es el diseño del Plan Maestro, el cual debe ser ejecutado en conjunto por un ingeniero de infraestructura, un arquitecto, el director del proyecto como mínimo y con la participación del cliente. Cómo este proceso consiste en plasmar inicialmente en un

plano lo que se quiere del proyecto, este proceso será iterativo las veces que sean necesarias para que el propietario lo apruebe y el plan maestro quede establecido como punto de arranque definitivo del anteproyecto y posterior diseño. Cada reunión que se lleve a cabo, en la que se soliciten modificaciones deberá ser documentada por medio de una minuta. En el anexo 7 se muestra una plantilla para la elaboración de este tipo de documentos.

La materia prima para la confección del plan maestro está conformada por los siguientes elementos:

- a) Acta de Constitución de Proyecto
- b) Informe Resumen de Estudios Preliminares
- c) Retroalimentación del Propietario
- d) Lista de Chequeo de Constructabilidad

El contenido del plan maestro es necesario definirlo en la empresa como un lineamiento para que cualquiera que sea el director del proyecto en esta etapa entregue siempre lo mismo al propietario. Se trata de uniformar las prácticas dentro de la empresa para que no haya diferencia si en el proyecto tengo uno u otro diseñador o director.

En términos generales, el Plan Maestro debería incluir los siguientes puntos:

- Definición en planta de las dimensiones y ubicación de las edificaciones requeridas
- Orientación de edificaciones según criterios iluminación y ventilación
- Determinación de áreas disponibles para expansión de edificaciones a futuro
- Determinación de accesos
- Definición de rutas de vías internas
- Determinación de movimiento de tierras que produzca el mejor balance corte-relleno

- Definición preliminar de potencial ruta de evacuación de aguas pluviales y aguas negras.

La primera aplicación de la lista de chequeo de constructabilidad se realiza en la etapa de plan maestro, pues este es el momento en que se dispone de mayor capacidad de toma de decisiones orientadas a disminuir el costo constructivo de la obra.

En el anexo 8, se incluye un cuestionario de constructabilidad.

La finalización de esta etapa se da en el momento en que el propietario firma una copia del Plan Maestro que se está aprobando. Esta información debe digitalizarse con la firma y almacenarse en la carpeta que se defina para este propósito. Este hito permitirá que cualquier cambio que el propietario origine sobre el plan maestro de manera posterior a la firma, deberá respaldarse con una orden de cambio que facilitará al diseñador cobrar el trabajo adicional generado y solicitar una ampliación de plazo. En el anexo 9 se incluye una plantilla para elaboración de órdenes de cambio de diseño.

En este momento, se recomienda realizar un cobro de avance y desarrollar dos informes propios de la administración de proyectos. Uno corresponde a una recopilación de las lecciones aprendidas hasta el momento y otro corresponde a una nueva medición del valor ganado hasta el momento.

Se recomienda que las lecciones aprendidas sean recolectadas en conjunto con todo el equipo de diseño y se documenten en un archivo digital centralizado y de fácil acceso para el personal de proyecto. En el anexo 10 se muestra una plantilla sugerida para recopilación de lecciones aprendidas.

Al cerrarse este ciclo debe iniciarse con el trabajo relativo al anteproyecto. Aquí se inicia con una recolección de datos arquitectónicos e ingenieriles entre director, cliente y los responsables de cada disciplina del equipo de diseño. Toda la

información que se recopile en esta fase debe documentarse en una plantilla denominada Bases de Diseño (BBDD), cuyo formato se presenta en el anexo 11.

Implementar esta metodología en esta fase tan temprana en el proyecto, permite disminuir el nivel de riesgo de re-procesos de diseño, tanto desde el punto de vista de coordinación interna para el diseño final como desde el punto de vista constructivo.

Se recomienda adicionalmente, implementar en esta fase la aplicación de la lista de chequeo de constructabilidad.

Con toda esta información se puede generar un plano que plasme o defina el proyecto a un nivel en que los cambios que se puedan generar en el diseño final sean mínimos. ¿Por qué razón se hace esta afirmación? Porque todos los involucrados en el proyecto han podido retroalimentarse entre sí durante el proceso de manera que se tomen en cuenta desde un principios las necesidades de cada uno y se documenten correctamente. Por tal motivo, es que en el diagrama de proceso sugerido se hace referencia a un Anteproyecto Arquitectónico Integrado, pues este no solo refleja aspectos arquitectónicos sino también contempla previsiones técnicas y funcionales.

El proceso de elaboración del plano de anteproyecto debe realizarse de manera integrada entre todas las disciplinas de diseño y con la coordinación del director de proyecto. El anteproyecto contempla los siguientes puntos básicos:

- Plantas de Distribución Interna de Edificaciones
- Elevaciones de Fachadas
- Corte Transversal
- Corte Longitudinal
- Previsión de espacio para equipos
- Previsión de espacio para ductería electromecánica
- Previsión de ubicación y dimensiones para cuartos eléctricos

- Previsión de ubicación y dimensiones para cuartos mecánicos
- Determinación de Carga Total del Proyecto
- Dimensionamiento preliminar del transformador
- Definición de alimentación Monofásica o Trifásica

Una vez que se alcanza una versión aceptable del anteproyecto, y previo a la presentación de este al propietario, debe realizarse un control de calidad del contenido del anteproyecto con base en el documento de Bases de Diseño.

Después de lo anterior se lleva a cabo una reunión con el cliente en la cual este aprueba o solicita correcciones sobre el anteproyecto. Dado que el proceso previo a la presentación del anteproyecto se ha llevado a cabo de manera que se garantice y controle la calidad, las correcciones que se presenten deben ser en su gran mayoría por modificaciones introducidas por el propietario. Estas deberán documentarse en una minuta, retroalimentar el documento de BBDD y la nueva versión del anteproyecto.

La aprobación de este proceso se da al igual que con el plan maestro, con la firma por parte del propietario y el director de proyecto del plano de anteproyecto y del BBDD que se generaron previamente. Modificaciones solicitadas de manera posterior a este hito deberán respaldarse con las órdenes de cambio respectivas.

De la misma forma, por tratarse de la conclusión de una nueva fase del proceso de diseño, se considera oportuno el cobro de un nuevo avance y la aplicación de las herramientas de valor ganado y lecciones aprendidas.

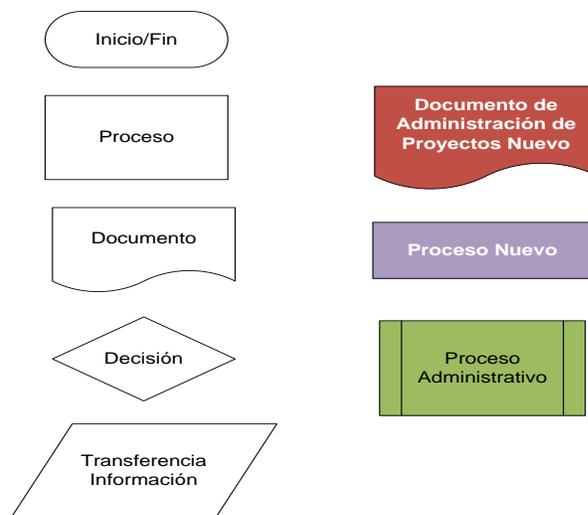
La fase de diseño final del proyecto se mantiene en la forma en que se maneja actualmente. Esto es generando planos de avance al 30, 60 y 90 % que en vez de llamarse de esa manera se definirán como entregas parciales 1, 2 y 3 definidas de acuerdo al cronograma y que contendrán la información que se tenga diseñada en el momento de la entrega. Este cambio, aunque sutil, es importante para no generar falsas expectativas al propietario en cuanto al contenido de unos planos de avance.

De manera posterior a cada entrega de avance se emitirán las respectivas facturas de avance contra las cuales la empresa diseñadora cobrará el trabajo realizado hasta el momento.

Asimismo, todas las fases de avance de diseño incluirán actividades de control como las referidas previamente tales como recopilación de lecciones aprendidas, análisis de valor ganado, control de calidad según BDD y control de calidad según criterios de constructabilidad.

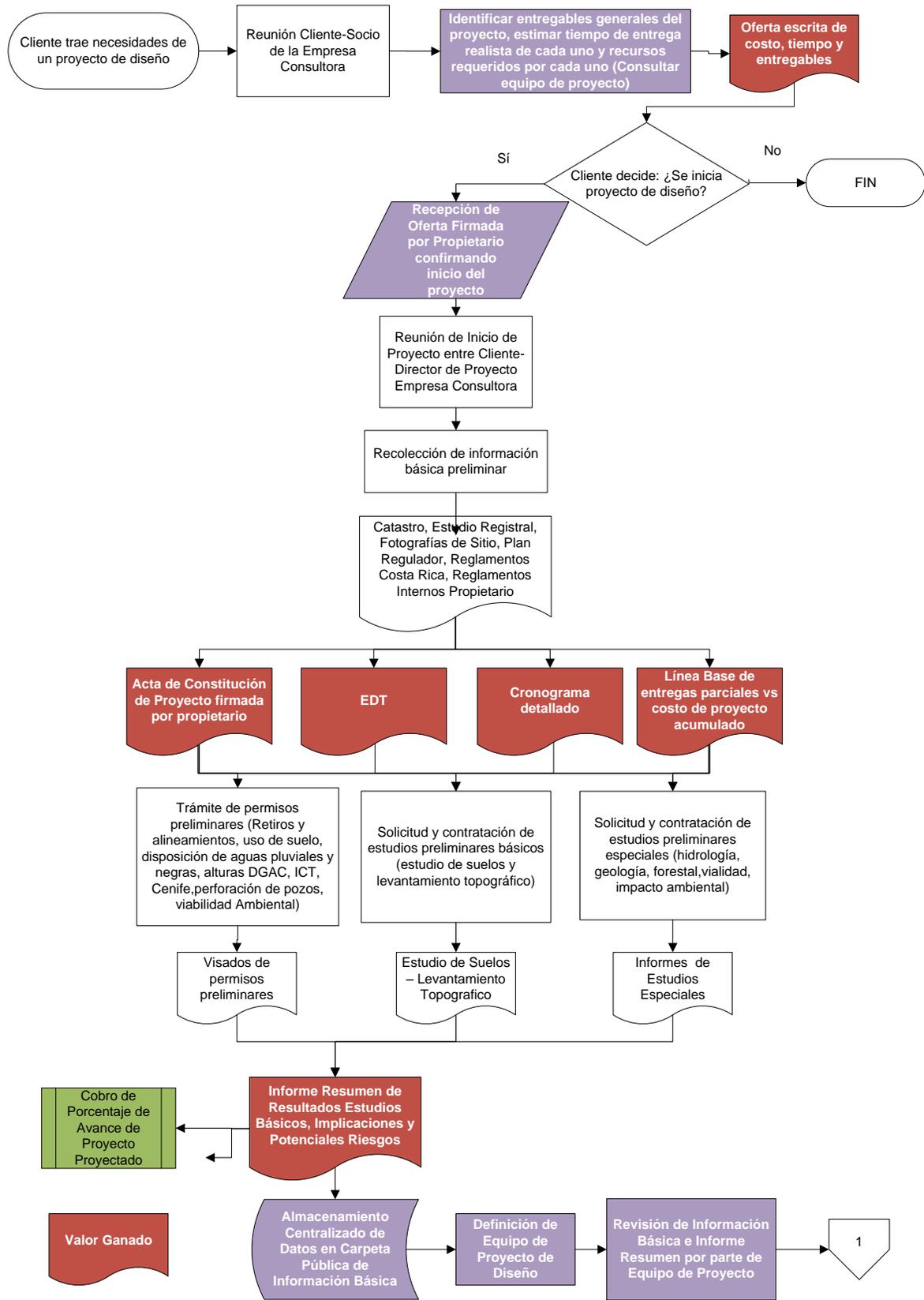
Después de esta fase, se considera que los procesos de trámite de permisos y licitación se pueden seguir haciendo de la manera actual ya que en general el proceso no depende tanto de la empresa tipo sino de instituciones y empresas externas.

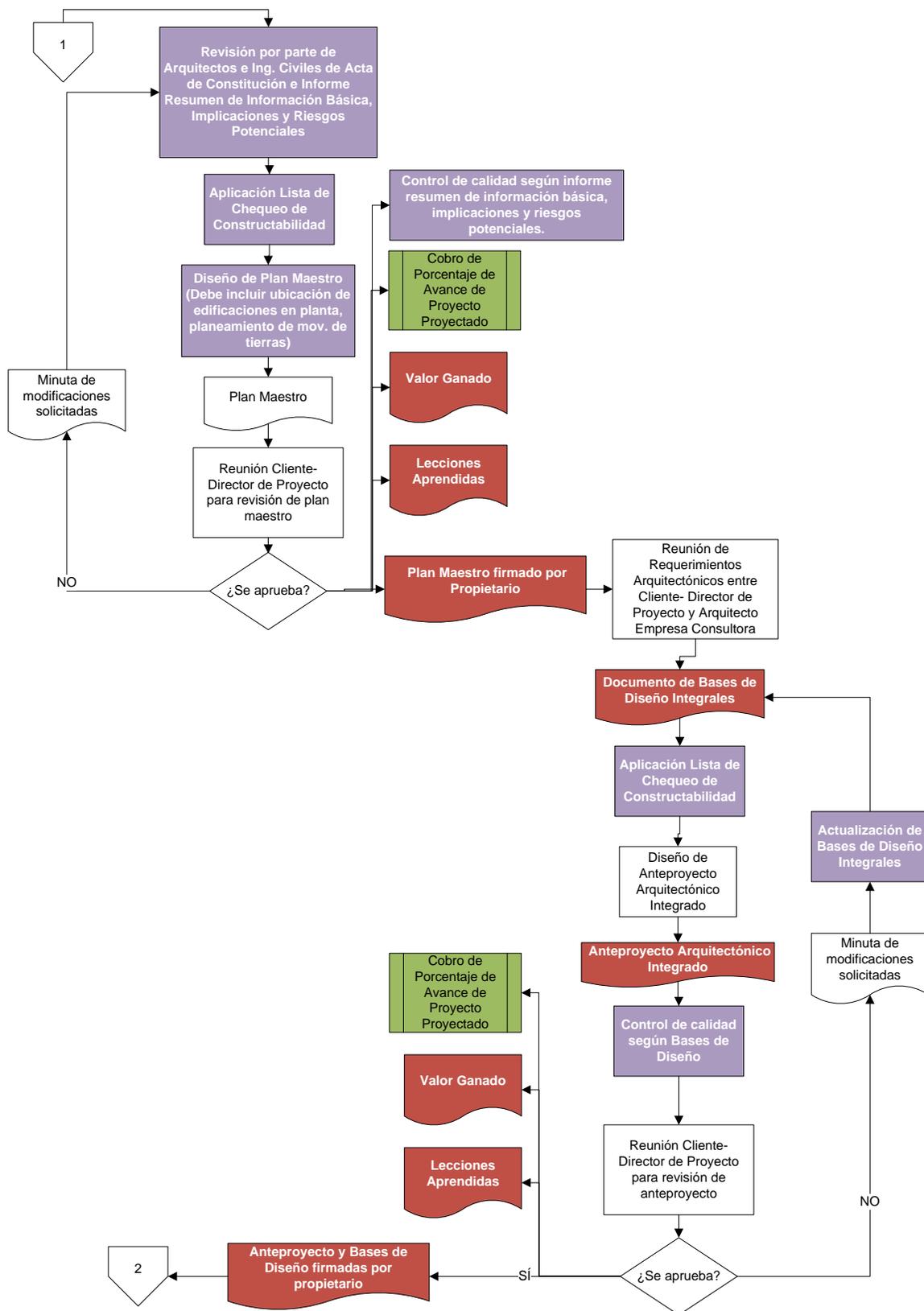
Como punto final a todo el proceso, se debe generar un acta de aceptación y cierre de proyecto mediante la cual el propietario indique que todos los alcances del proyecto de diseño han sido cubiertos y que el producto obtenido satisface sus expectativas, necesidades y requerimientos.

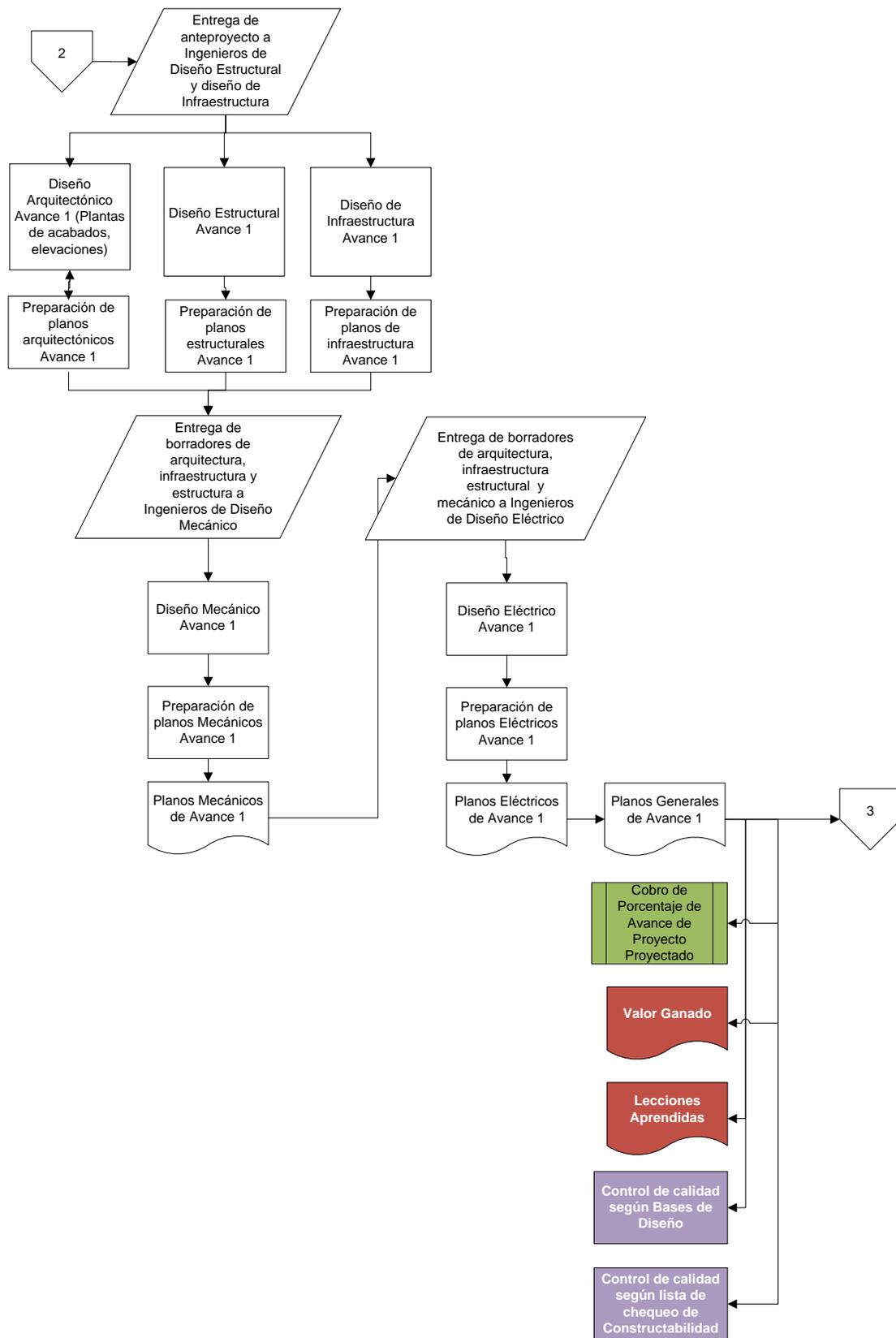


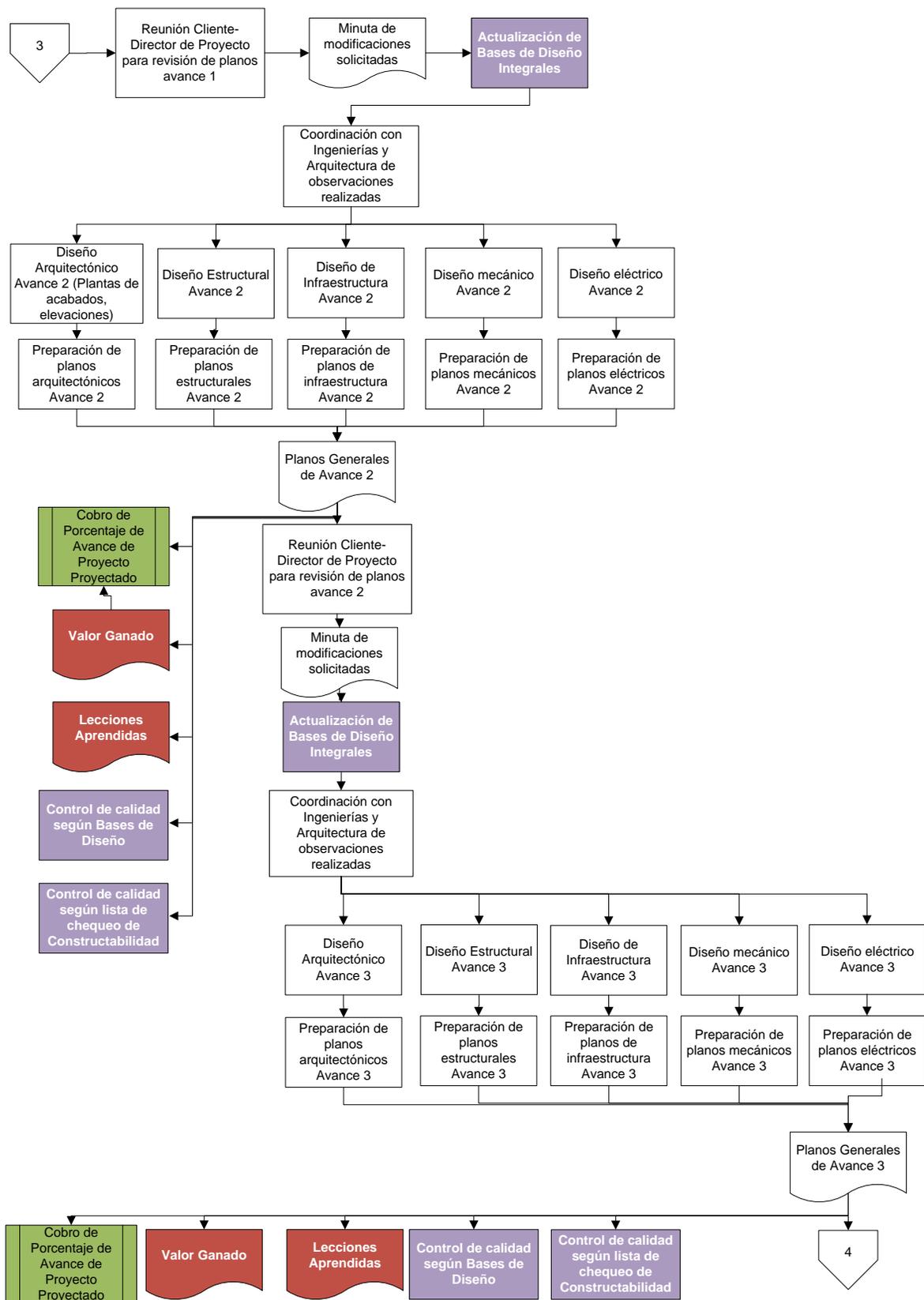
**Figura 6.2. Simbología Diagrama de Proceso Mejorado**

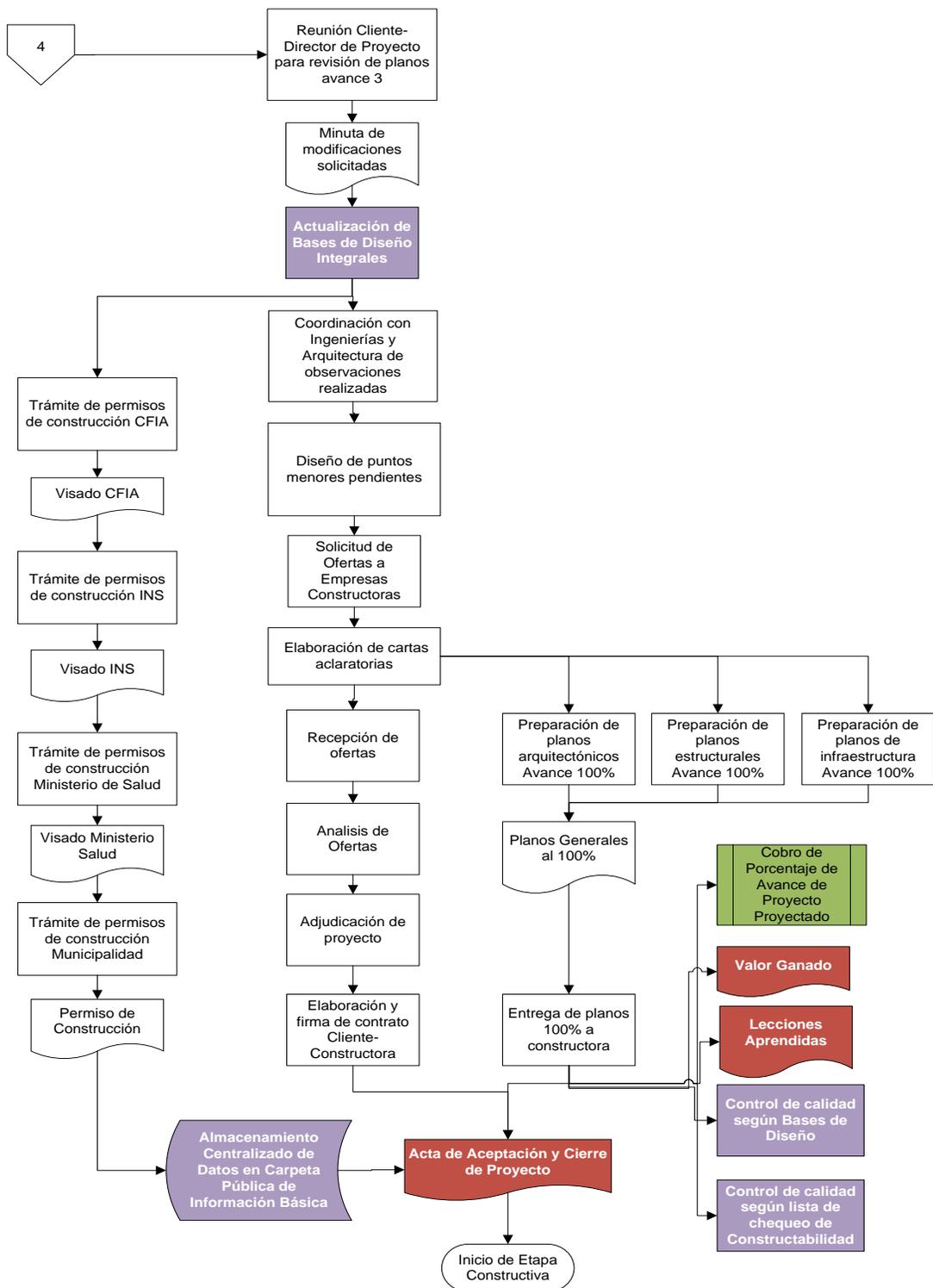
A continuación se presenta el diagrama de proceso mejorado de acuerdo a la descripción realizada anteriormente.











**Figura 6.3. Diagrama de proceso de diseño propuesto**

### 6.3. Resumen de prácticas de Administración de Proyectos

#### Propuestas

Tal como se observó en la sección previa, el proceso de manejo de proyectos diseño puede ser mejorado mediante la implementación de herramientas de planificación y control.

A continuación se presenta una tabla resumen de las herramientas de planificación y control sugeridas según las áreas del conocimiento de la administración de proyectos relacionadas.

**Cuadro 6.1. Resumen de Prácticas de AP propuestas**

Área del Conocimiento	Planificación	Control
<b>Alcance</b>	Acta de Constitución de Proyecto EDT	Órdenes de Cambio
<b>Tiempo/Costo</b>	Cronograma Detallado Línea Base	Valor Ganado
<b>Calidad</b>	Informe Resumen de Estudios Básicos con listado de riesgos potenciales  Documento de Bases de Diseño  Lista de Chequeo de Constructabilidad	Control de Calidad según Informe Resumen de Estudios Básicos con listado de riesgos potenciales  Control de Calidad con Documento de Bases de Diseño  Control de Calidad con Lista de Chequeo de Constructabilidad
<b>Comunicación</b>	Matriz de comunicación	Estructura de Almacenamiento de Información  Minuta
<b>Riesgo</b>	Informe Resumen de Estudios Preliminares con listado de riesgos potenciales	Control según Informe Resumen de Estudios Básicos con listado de riesgos potenciales
<b>Integración</b>	Informe Resumen de Estudios Preliminares Acta de Constitución de Proyecto	Lecciones Aprendidas Acta de Aceptación y Cierre de Proyecto

# Capítulo VII: Conclusiones y Recomendaciones

---

## 7.1. Conclusiones Respecto a Modelo Actual

- Existe una estructura jerárquica típica que es común las empresas involucradas en proyectos de diseño de obras de construcción en Costa Rica analizadas en este trabajo. En la cima de esta estructura se ubican los socios propietarios de las empresas, quienes por su rango se encargan de la dirección de la gran mayoría de proyectos.
- Hay un desconocimiento generalizado respecto a las prácticas de Administración Profesional de Proyectos. Se desconoce por completo la existencia del concepto de Áreas del Conocimiento. La labor de gerencia de proyectos se realiza sin planificación y sin control, bajo un modelo de reacción a los problemas.
- La figura de un Director de Proyectos no se encuentra claramente definida en el organigrama típico de las empresas de diseño. Esta función es ejercida en muchos casos por los dueños de la empresa y en otros es delegada de manera informal sobre algún miembro del equipo que funge como coordinador.
- En el modelo actual de manejo de proyectos de diseño, el socio que tiene el contacto inicial con el cliente es quien hace la propuesta de tiempo y costo de acuerdo a su experiencia previa en proyectos de naturaleza similar y muchas veces omite consultar la disponibilidad del potencial equipo de diseño que se encargará de asumir el proyecto en caso de que se apruebe su inicio. Debido a la competitividad del medio, el socio busca que la oferta satisfaga las expectativas del cliente aunque éstas no sean razonables y no estén fundamentadas en la realidad de los tiempos de entrega y costos asociados a proyectos de diseño.

- Actualmente, no existe un documento formal, escrito y firmado por el propietario que apruebe el comienzo de cada proyecto.
- Por su naturaleza interactiva con el cliente, las fases de plan maestro y anteproyecto requieren un grado considerable de repetición que permita incorporar mediante un proceso cíclico de *propuesta del diseñador-revisión del propietario-solicitud de cambios-corrección de propuesta-nueva propuesta*, las diferentes ideas que retroalimentan la concepción inicial de un diseño. Esta cualidad es inevitable y siempre se va a presentar en todos los proyectos.
- Las etapas de plan maestro, anteproyecto y elaboración de avances de diseño avances 30%, 60% y 90% poseen internamente subprocesos iterativos dirigidos a la ejecución de la labor de diseño y la confección de los planos respectivos. Estos subprocesos iterativos sí pueden minimizarse pues obedecen a una gestión deficiente de las labores que realiza la empresa de diseño.
- Los re-procesos consumen gran parte del tiempo que se tiene presupuestado para que el equipo de trabajo asignado a determinado proyecto realice sus labores. Esto disminuye o acaba por completo con el margen de ganancia estimado para determinado proyecto.
- La entrega de avances de diseño es una excusa para que la empresa pueda hacer un cobro parcial y así mantener el flujo de caja. No existe una definición del contenido exacto que se debe incluir en cada uno de los avances.

## 7.2. Conclusiones Respecto al Modelo Actual desde la Perspectiva de las Áreas del Conocimiento

- *Alcance:* No existe una labor de planificación del alcance. La ejecución del proyecto de diseño tiene su inicio sin la elaboración de un plan que refleje qué aspectos se incluyen en el proyecto y qué aspectos que se excluyen del mismo. El alcance se delimita sobre la marcha en un proceso iterativo de retroalimentación de información entre el diseñador y el propietario, que genera reprocesos de diseño y dibujo que consumen los recursos del proyecto y su rentabilidad.
- *Alcance:* La aplicación de mecanismos de documentación de requerimientos, modificaciones, mejoras y variaciones en el alcance suele ser limitada o inexistente. Dado que los cambios y modificaciones en el alcance implican ampliaciones de plazo y sobrecostos, surgen conflictos entre el cliente y el diseñador respecto a quién debe asumir la responsabilidad sobre los cambios.
- *Alcance:* El uso de órdenes de cambio para documentar solicitudes de modificación de alcance, no es una práctica que esté implementada actualmente de manera integral.
- *Tiempo y costo:* Estas áreas están íntimamente relacionadas entre sí en los proyectos de diseño, pues el costo está en función de las horas invertidas por los profesionales en la realización del trabajo.
- *Tiempo y costo:* No hay una planificación del tiempo y el costo. Actualmente, los compromisos de tiempo de entrega y costo de realización del proyecto que la empresa de diseño adquiere para con el propietario, se definen con base en una expectativa del cliente que no se apega a las posibilidades reales de cumplimiento según los recursos disponibles por la

empresa de diseño. Esto conlleva entregas tardías, disminución de la calidad y sobrecostos que afectan tanto al diseñador como al propietario.

- *Tiempo y costo:* el control de estas variables es mínimo o inexistente. Se desconoce por completo la técnica del valor ganado. Una empresa de diseño no tiene certeza para afirmar si determinado proyecto produjo ganancias o pérdidas, ni mucho menos estimar el monto de las mismas.
- *Calidad:* El producto principal resultante de los proyectos de diseño lo constituyen los planos constructivos. La calidad de los planos constructivos tiene dos dimensiones: forma y fondo. Actualmente, no existe un estándar documentado que permita asegurar ni controlar la calidad de los planos en ninguna de estas dos dimensiones.
- *Comunicación:* No existe un modelo claramente definido de cómo debe realizarse la comunicación entre los diferentes involucrados en un proyecto. Existen dos formas comunes: Cada departamento de diseño maneja un flujo de comunicación propio con el cliente o existe coordinador de proyecto que funciona de enlace de comunicación entre el cliente y el equipo de trabajo
- *Comunicación:* No hay estándares para el almacenamiento y documentación de la información.
- *Riesgos:* No existe planificación ni control sobre esta variable.
- *Integración:* El desarrollo de actas constitutivas de proyecto, redacción de declaraciones de alcance preliminar y elaboración de planes de proyecto es poco común o inexistente. Por lo general, estas herramientas suelen ser sustituidas por un contrato con el cliente, el cual tiene un fin de respaldo legal, más que de planificación.

- *Integración:* No hay un proceso de recopilación de lecciones aprendidas. La experiencia adquirida por la organización no es documentada.

### **7.3. Conclusiones respecto a Re-procesos de diseño durante construcción**

- Existen diez causas comunes que dan origen a re-procesos de diseño durante la etapa de construcción. Estos son: Errores de especificación, incumplimiento de requerimientos del propietario, incumplimiento de normativas y estudios preliminares, omisiones, inconsistencias, sobre diseño, imprevistos por fuerza mayor, modificaciones de requerimientos por parte del propietario, falta de constructabilidad, recolección deficiente de requerimientos de diseño.
- Según los casos estudiados, el 80% de los re-procesos de diseño que se presentan durante la fase constructiva tienen su origen en modificaciones de requerimientos por parte del propietario, omisiones, falta de constructabilidad y sobre-diseños.
- Para los casos analizados, el mayor efecto económico sobre el presupuesto base de un proyecto de construcción tiene su origen en modificaciones de requerimientos por parte del propietario, omisiones de diseño, incumplimiento de normativas y estudios preliminares, y recolección deficiente de requerimientos de diseño.
- Las modificaciones de requerimientos por parte del propietario y las omisiones de diseño por parte del consultor suelen ser los factores que con mayor frecuencia originan re-procesos de diseño durante la etapa constructiva. Asimismo, ambas fuentes están asociadas a los impactos que tienen la mayor relevancia desde el punto de vista de costos, pues dan origen a numerosas órdenes de cambio durante la construcción. El control de omisiones es responsabilidad del diseñador.

- Las modificaciones en requerimientos de diseño por parte del propietario sobre la marcha del proceso constructivo están presentes en todos los proyectos. Estas no se pueden evitar pero sí pueden administrarse para que sean una fuente de ingresos para la empresa diseñadora.
- La falta de constructabilidad y el sobre-diseño, constituyen ambas fuentes comunes de re-procesos durante la construcción y se originan de una mala gestión de la fase de diseño por parte de las empresas consultoras.
- El impacto del sobre-diseño en una obra suele ser subestimado pues si son detectados a tiempo suelen transformarse en créditos para el propietario. No obstante, si estos se pasan por alto y no se detectan a tiempo, llevan al propietario a incurrir en costos innecesarios.
- Los sobre -diseños se originan durante la etapa de diseño por falta de tiempo para detallar todos los aspectos de un determinado proyecto, falta de pro actividad del diseñador a la hora de optimizar el diseño, o mala recolección de requerimientos y supuestos de diseño que obligan al diseñador a hacer supuestos más conservadores de lo necesario. Es decir, si se deja de lado el factor de falta de pro actividad del diseñador a cargo, el resto de causas se pueden mitigar con una mejor planificación del proyecto en las etapas tempranas.
- Tanto el incumplimiento de normativas y estudios preliminares, como la recolección deficiente de requerimientos de diseño, suelen tener una frecuencia baja de ocurrencia en los casos analizados, pero cuando se presentan su efecto económico es considerable sobre el propietario. Esto se debe a que ambos aspectos constituyen la base sobre la que se fundamenta un diseño y su modificación afecta un gran número de aspectos relacionados.

#### **7.4. Conclusiones Respecto a la Aplicabilidad de la Administración Profesional de Proyectos en Proyectos de Diseño**

- No es recomendable la aplicación de todas las herramientas sugeridas por la Guía de Fundamentos para la Administración de Proyectos PMBOK para los proyectos. A la hora de definir un procedimiento de planificación y control para proyectos de diseño debe prevalecer el sentido práctico y el juicio experto, de manera tal que los proyectos se puedan desarrollar eficientemente, bajo un marco de prevención de problemas y que dé posibilidades de controlar las distintas variables involucradas en el desarrollo de los proyectos. Debe adaptarse la guía de estándares PMBOOK al proyecto en cuestión, y no al revés.
- Herramientas excesivas de planificación y control pueden atentar contra la competitividad de las empresas dedicadas a diseño de obras de construcción.
- La gestión detallada del área del conocimiento referente a recursos humanos es poco relevante para proyectos de diseño, pues los procesos de contratación, compensación, definición de perfiles, asignación de personal, etc. suelen ser poco complejos y por tanto, se manejan a nivel administrativo de la oficina de diseño como un procedimiento simple, repetitivo y periódico, y por ende no constituye parte de cada proyecto.
- El área del conocimiento relativa a abastecimientos, en proyectos de diseño no es relevante, pues los insumos que requiere son los de operación diaria de la oficina, que son más que atendidos por la proveeduría de las empresas. Esto se maneja a nivel administrativo de la empresa por una parte del staff que está por fuera de la dirección de los proyectos.

## **7.5. Recomendaciones**

- 7.5.1 Los socios de la empresa deben delegar la dirección de los proyectos que superen su capacidad de seguimiento y control. La asignación de la cantidad de proyectos que alguien puede administrar se debe realizar en función a la complejidad, tamaño y peso económico de los mismos.
- 7.5.2 Debe eliminarse el modelo reactivo de administración de proyectos basado en resolución de conflictos sobre la marcha y evolucionarse hacia uno proactivo en el que se prevean desde el principio los posibles problemas.
- 7.5.3 Debe aparecer la figura formal de directores de proyecto especializados en dirección de proyectos, que no tengan que ejecutar labores técnicas de diseño ni inspección.
- 7.5.4 NO deben gastarse recursos en iniciar diseños y dibujos si se carece de una guía de requerimientos detallada, información básica, visita al sitio y resultados de estudios preliminares. No contemplar esto lleva a la ocurrencia de re-procesos de diseño y dibujo.
- 7.5.5 Las cartas aclaratorias NO deben constituir una opción para llenar vacíos grandes en la concepción de un proyecto. Estas son herramientas para aclarar dudas menores, aspectos administrativos o incluir aumentos o disminuciones al alcance solicitadas por el propietario.
- 7.5.6 Deben dejarse de ofertar los proyectos en tiempo y costo con base a juicios subjetivos y se debe iniciar la oferta de proyectos con base a lecciones aprendidas, registros históricos de ofertas, cálculos basados en cronogramas y presupuestos de costos por horas hombre.
- 7.5.7 Las reuniones de negociación deben ser atendidas por el socio acompañado del director de proyecto. Deben orientarse a lograr que el cliente transmita de manera detallada su visión del proyecto. Esto debe documentarse en un acta de constitución del proyecto.

- 7.5.8 Los requerimientos de diseño para un plan maestro o un anteproyecto deben detallarse lo máximo posible junto con el propietario para que el proceso iterativo de producción de estos documentos se reduzca lo máximo posible.
- 7.5.9 Los borradores de diseño que los ingenieros entregan a dibujantes deben ser una reproducción de los que se desea que se vea en el plano. Por tanto deben ser lo más claros posible, con el fin de que originen la menor cantidad de dudas y así se eliminen los re-procesos de dibujo. El dibujante debe tener potestad para rechazar borradores mal elaborados.
- 7.5.10 La empresa consultora debe disminuir el riesgo de atraso en la fase de permisos planificando bien el contenido de sus planos de manera tal que estos satisfagan los requisitos que revisa cada institución.
- 7.5.11 Se debe dejar de transmitir requerimientos de diseño al equipo de diseño de manera verbal o por correo electrónico. Es imperativo proporcionar al equipo una guía de requerimientos, normativas, estudios básicos e información básica completa que les permita hacer su labor sin tener que suponerla, buscarla o generarla por sí mismos. El diseñador debe dedicar su tiempo a diseñar.
- 7.5.12 Toda reunión interna o externa debe documentarse en una minuta.
- 7.5.13 Es indispensable la existencia de un buen manejo y administración de la documentación referente a cambios solicitados por el propietario sobre la marcha de la construcción, dado que estos constituyen una de las fuentes de re-procesos de diseño más comunes durante la fase de construcción. Para esto, se recomienda la utilización de formularios de aprobación de orden de cambio.
- 7.5.14 Los problemas de falta de constructabilidad se pueden prevenir con herramientas como listados de chequeo de constructabilidad, cuya

aplicación debe realizarse de manera preventiva desde las etapas tempranas del proceso de diseño, cuando la incorporación de estas variables es más fácil.

- 7.5.15 Las omisiones de diseño se pueden prevenir por medio de prácticas de revisión basadas en listas de chequeo generadas con base a requerimientos establecidos al inicio del proceso de diseño.
- 7.5.16 La prevención del sobre-diseños se puede lograr llevando a cabo desde las etapas tempranas del diseño una recolección detallada de los supuestos, bases de diseño y requerimientos del propietario, con miras a que el marco de información disponible para elaborar los planos permita proporcionarle al cliente un producto que se ajuste de manera precisa a sus necesidades. Adicionalmente, es importante que los tiempos de trabajo requeridos para diseñar y elaborar planos sean definidos de manera realista, esto con el fin de que no sea necesario sacrificar el detalle con el que se desarrollan los diseños en función de un compromiso de tiempo.
- 7.5.17 La oferta que se prepare debe ser un documento escrito formal (No un correo electrónico) y ha de contener información clara de los servicios contratados, indicar claramente cuáles son las condiciones de la contratación, qué se excluye del trabajo. Debe incluir, tal y como se hace en el proceso actual, el cobro de honorarios, estimado de tiempo y la definición de los entregables que constituyen parte del alcance a cubrir.
- 7.5.18 La firma del contrato, viene a ser la orden de inicio del proyecto. El trabajo del equipo no debería iniciar hasta que no se tenga esta señal de trato.
- 7.5.19 Se recomienda la implementación de herramientas de planeación del proyecto justo al inicio del proceso tales como actas de constitución, EDT, cronogramas y línea base.

- 7.5.20 Debe hacerse un informe en el que se resuman los resultados de las consultas realizadas durante la etapa de estudios preliminares, las implicaciones que estos resultados pueden tener en el desarrollo del proyecto, las nuevas restricciones que se generan a partir de éstas y la elaboración de un listado de riesgos potenciales inherentes al proyecto.
- 7.5.21 Toda la información recibida debe ser almacenada en un sitio de fácil acceso y localización por parte del equipo de proyecto. Se recomienda una carpeta digital o física definida para la información básica inicial del proyecto.
- 7.5.22 Se recomienda una estructura de almacenamiento de información basada en las áreas del conocimiento de la Administración de Proyectos.
- 7.5.23 El plan maestro debe ser ejecutado en conjunto por un ingeniero de infraestructura, un arquitecto, el director del proyecto como mínimo y con la participación del cliente.
- 7.5.24 Se debe documentar y validar la presentación de entregables al propietario con firmas por parte de él en las diferentes etapas.
- 7.5.25 Se recomienda que cada vez que se finaliza una etapa las lecciones aprendidas sean recolectadas en conjunto con todo el equipo de diseño y se documenten en un archivo digital centralizado y de fácil acceso para el personal de proyecto.
- 7.5.26 Debe controlarse el costo y el tiempo en la presentación de cada entregable por medio del método del valor ganado.
- 7.5.27 Deben documentarse los requerimientos en una plantilla denominada Bases de Diseño (BBDD).

- 7.5.28 El proceso de elaboración del plano de anteproyecto debe realizarse de manera integrada entre todas las disciplinas de diseño y con la coordinación del director de proyecto.
- 7.5.29 Las entregas de avance al 30, 60 y 90 % que en vez de llamarse de esa manera se definirán como entregas parciales 1, 2 y 3 definidas de acuerdo al cronograma y que contendrán la información que se tenga diseñada en el momento de la entrega.
- 7.5.30 Se debe generar un acta de aceptación y cierre de proyecto mediante la cual el propietario indique que todos los alcances del proyecto de diseño han sido cubiertos y que el producto obtenido satisface sus expectativas, necesidades y requerimientos.

# Bibliografía

---

1. AACE International, Inc (2009). Implementing project constructability. Estados Unidos.
2. Alarcón, L. (1997). Lean Construction. Holanda: A.A. Balkema Publishers.
3. Arditi, D.; Elhassan, A. & Cengiz Toklu, Y. (2002). Constructability Analysis in the Design Firm. Estados Unidos: Journal of Construction Engineering and Management.
4. Chamoun, Y. (2002). Administración Profesional de Proyectos – La Guía. México: McGraw-Hill Interamericana.
5. Chiavenato, I. (1993). Iniciación a la Organización y Control. México: McGraw-Hill.
6. Colegio Federado de Ingenieros y Arquitectos de Costa Rica. (2003). Ley Orgánica, Reglamentos y Procedimientos (primera edición). Costa Rica: Talleres de Mundo Gráfico S.A.
7. Gaceta, La (25 de Octubre de 1988). Reglamento para la Contratación de Servicios de Consultoría en Ingeniería y Arquitectura. Costa Rica: La Gaceta.
8. Glavinich, Thomas E. (1995). Improving constructability during design phase. Estados Unidos: Journal of Architectural Engineering.
9. Gómez, F. (1995). Sistemas y Procedimientos. México: McGraw Hill.
10. Lautanala, M. (1995). A process approach to design for construction. Holanda: A.A. Balkema Publishers.
11. MCS Media. (2008). The Simply Lean Pocket Guide for Construction. Estados Unidos: MCS Media Inc.

12. Melinkoff, R. (1969). La Estructura de la Organización. Venezuela: Universidad Central de Venezuela.
13. Project Management Institute. (2004). Guía de los Fundamentos de la Dirección de Proyectos (Guía del PMBok) (tercera edición).\_Estados Unidos: Project Management Institute, Inc.
14. Real Academia Española. Diccionario de la Lengua Española de la Real Academia (Vigesimoprimer edición). España: French & European Pubns.