

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL**



**IDENTIFICACIÓN DE PÉRDIDAS DURANTE LA CONSTRUCCIÓN DE  
UN PROYECTO INMOBILIARIO Y PROPUESTA DE MEJORA  
APLICANDO CONCEPTOS DE “DISEÑO SIN PÉRDIDAS”**

**INFORME DE SUFICIENCIA**

**Para optar el Título Profesional de:**

**INGENIERO CIVIL**

**JESÚS FRANZ CRISTÓBAL NÚÑEZ**

**Lima - Perú**

**2015**

A mi familia, especialmente a mi mamita Yola quien es más que solo mi madre, a mi hermana Judy, quien además es como mi segunda madre. Me enseñaron que a pesar de cualquier situación siempre se puede salir adelante y triunfar.

A Giani quien me brindó su gran cariño, ayuda, esfuerzo y compañía para poder superar este obstáculo.

A Karita y Jhoncito, quienes me enseñaron que a pesar de afrontar cualquier problema en esta vida, aún es posible sonreír y estar alegre.

A Dios y a la Virgen María Auxiliadora, que me guiaron de la mano durante toda mi vida y por cuya gracia conocí la enorme alegría de haber compartido los mejores momentos de mi vida con la gente maravillosa que acabo de mencionar.

<b>ÍNDICE</b>	<b>1</b>
<b>RESUMEN</b>	<b>3</b>
<b>LISTA DE CUADROS</b>	<b>5</b>
<b>LISTA DE FIGURAS</b>	<b>6</b>
<b>INTRODUCCIÓN</b>	<b>7</b>
<b>CAPÍTULO I: EL ENTORNO ACTUAL DE LA CONSTRUCCIÓN</b>	<b>9</b>
1.1 LA PRÁCTICA ACTUAL EN LOS PROYECTOS DE CONSTRUCCIÓN	9
1.2 GENERALIDADES SOBRE LOS PROYECTOS DE CONSTRUCCIÓN	11
1.2.1 Definición de Proyecto	11
1.2.2 Etapas de un Proyecto de Construcción	12
1.2.3 Concepción	13
1.2.4 Diseño	14
1.2.5 Construcción y Operación	14
1.3 DIFERENCIAS ENTRE EL DISEÑO Y LA CONSTRUCCIÓN	14
1.4 ENTORNO DEL PROCESO DE DISEÑO	16
1.4.1 El Proceso de Diseño	16
1.4.2 La Gestión del Diseño	16
<b>CAPÍTULO II: GERENCIA DEL PROYECTO LEAN</b>	<b>21</b>
2.1 GERENCIA DEL PROYECTO “LEAN”	21
2.1.1 Algunos estudios acerca de la Gerencia del Diseño	21
2.1.1.1 <i>Ingeniería Concurrente</i>	21
2.1.1.2 <i>Proyecto Simultáneo</i>	23
2.1.1.3 <i>Coordinación Modular y Estandarización</i>	25
2.1.2 Producción “Lean”	26
2.1.3 Construcción “Lean”	28
2.1.4 Gerencia De Proyectos “Lean”	30
2.1.4.1 <i>Sistema de entrega de Proyectos “Lean”</i>	30
2.1.4.2 <i>Recomendaciones del Lean Construction Institute</i>	34
<b>CAPÍTULO III: ANÁLISIS DEL PROYECTO Y PROPUESTA DE MEJORA</b>	<b>38</b>
3.1 DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROYECTO Y SUS COMPONENTES	38
3.1.1 Ubicación	38
3.1.2 Características del Proyecto	38
3.1.3 Contexto del Proyecto	40

3.1.3.1 <i>La Gerencia del Proyecto</i>	41
3.1.3.2 <i>El Cliente y Usuarios Finales</i>	42
3.1.4 Justificación de la decisión de realizar un Proyecto en modalidad de Fast Track	42
3.1.5 Descripción de los Procesos del Proyecto	47
3.1.5.1 <i>Concepción del Proyecto</i>	48
3.1.5.2 <i>Ingeniería del Proyecto</i>	49
3.1.5.3 <i>Licitación y Contratación de la ejecución del Proyecto</i>	51
3.1.5.4 <i>Ejecución de la Obra</i>	55
3.1.5.5 <i>Liquidación y Cierre de Obra</i>	56
3.2 IDENTIFICACIÓN DE PÉRDIDAS DURANTE LA CONSTRUCCIÓN	57
3.2.1 Conceptos Previos	57
3.2.1.1 <i>Principales pérdidas en Proyectos similares</i>	58
3.2.1.2 <i>Impacto de las pérdidas en los objetivos del Proyecto</i>	59
3.2.1.3 <i>Origen de las Pérdidas durante la Construcción</i>	61
3.2.2 Identificación de pérdidas durante la Construcción del Proyecto en estudio	64 <sup>3</sup>
3.2.2.1 <i>Pérdidas por adicionales al Presupuesto</i>	64
3.2.2.2 <i>Pérdidas del Proceso de Diseño</i>	66
3.2.2.3 <i>Pérdidas no Cuantificadas por el Contratista</i>	69 <sup>8</sup>
3.2.2.4 <i>Pérdidas que pueden impactar a la Calidad del Proyecto</i>	69
3.2.2.5 <i>Pérdidas detectadas al finalizar la obra y durante la operación</i>	70 <sup>69</sup>
3.2.2.6 <i>Pérdidas por reclamaciones o controversias</i>	70
3.2.2.7 <i>Pérdidas relacionadas por agentes externos a la construcción</i>	71
3.3 PROPUESTA DE MEJORA	74
3.3.1 Análisis de las causas de las principales pérdidas halladas	74
3.3.2 Propuesta De Mejora	74 <sup>4</sup>
3.3.3 Modelo de aplicación "Lean Design"	75 <sup>5</sup>
<b>CAPÍTULO IV: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b>	<b>79</b>
4.1 CONCLUSIONES	79
4.2 RECOMENDACIONES	84
<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	<b>86</b>
<b>ANEXOS</b>	<b>87</b>

## RESUMEN

El presente informe de suficiencia se inicia con una descripción del entorno actual de la construcción en el país, se describe en forma breve cual es la práctica actual en el sector de la construcción en lo referente a las etapas del diseño y la construcción. Así mismo se mencionan algunos conceptos generales sobre los proyectos de construcción, las fases de un proyecto de construcción típico, luego se mencionan las diferencias que existen entre el diseño y la construcción, además de una descripción del entorno del diseño en la actualidad.

En el segundo capítulo se hace una descripción de las principales corrientes y estudios realizados acerca de la gerencia del diseño, se hace una mención a la aplicación de la filosofía "lean" a la producción y específicamente a la construcción, posteriormente se describe la gerencia de proyectos "lean" (Lean Project Management) y el modelo del Sistema de entrega de proyectos "lean" (Lean Project Delivery System).

En los siguientes capítulos se hace una descripción del proyecto sobre el que se basa este informe, y se propone una metodología para identificar pérdidas al proyecto durante la construcción del mismo, desde el punto de vista del cliente o la gerencia del proyecto, este método que se propone busca relacionar las pérdidas con cualquier generador de sobrecostos inclusive los potenciales (adicionales durante la obra y consultas que puedan generar estos adicionales) o que produzca alguna pérdida o de alguna actividad que no genere valor, se propone relacionar las pérdidas en un proyecto en la forma en cómo afectan a los objetivos del mismo y se reconoce que estas pérdidas pueden traducirse siempre en algún impacto económico como impacto final.

A continuación se hace una serie de propuestas de mejora en base a las pérdidas identificadas, para esto se han identificado las causas raíces que han provocado estas pérdidas y se proponen medidas para no incurrir en estas en futuros proyectos, muchas de estas medidas son derivaciones de las corrientes presentadas en el capítulo 2, pero de esta manera se reafirma la validez de estas en la aplicación de un proyecto. Algunas otras de estas propuestas no solo se enmarcan en la fase del diseño del proyecto pero si se enfocan en algunos puntos que se consideran neurálgicos para soportar la gerencia del proyecto y blindar de alguna manera la

generación de pérdidas, por mencionar algunos estos son: la gestión contractual del proyecto, la gestión de la cadena de abastecimiento, (Supply Chain Management), gestión del conocimiento y algunas otras condiciones que se relacionan a las pérdidas de un proyecto en nuestro país.

## LISTA DE CUADROS

Figura N° 1: Ciclo de Vida de un Proyecto de Construcción	12
Cuadro N° 1: Comparación entre las Perspectivas de Conversión, Flujo y Generación de Valor	18
Cuadro N°2: Distribución de áreas estimadas del proyecto	43
Cuadro N° 3: Inversión en el desarrollo del proyecto	44
Cuadro N° 4: Gastos de Operación del proyecto	45
Cuadro N° 5: Ingresos estimados durante la operación	46
Cuadro N° 6: Resumen de estudio de factibilidad económica del proyecto	46
Cuadro N°7: Resumen de Adicionales del proyecto VAB	65
Cuadro N° 8: Causas que originaron los adicionales en el proyecto VAB	65
Cuadro N° 9: Resumen de consultas o RFI's del proyecto VAB	67
Cuadro N° 10: Causas que fueron motivo de consulta en el proyecto VAB	68
Cuadro N° 11: Resumen de consultas por especialidades en el proyecto VAB	68
Cuadro N° 12: Pérdidas identificadas durante la operación del proyecto VAB	7
1	
Cuadro N° 13: Extracto del presupuesto de obras provisionales	74
Cuadro N° 14: Análisis del Presupuesto de Adicionales	75

## LISTA DE FIGURAS

Figura N° 1: Ciclo de Vida de un Proyecto de Construcción	12
Figura N° 2: Definición de Ingeniería Concurrente	21
Figura N° 3: Equipo multidisciplinario de proyecto simultáneo	23
Figura N° 4: Principales Interfases en el proceso de un proyecto	24
Figura N°5: La producción como un flujo de procesos	27
Figura N°6: Triadas de entrega del Sistema de entrega de proyectos “lean”	31
Figura N°7: Procesos de la Gerencia del proyecto	48
Figura N°8: Flujograma de selección de contratistas	54
Figura N° 9: Tratamiento de los RFI's	62
Figura N° 10: Tratamiento de las solicitudes de cambio	62
Figura N° 11: Proceso de la Definición del Proyecto de Construcción	76
Figura N° 12: Módulos de la Definición del Proyecto de Construcción VAB	76
Figura N° 13: Involucrados del Proyecto de Construcción VAB	77
Figura N° 14: La actuación del gestor del diseño frente al proyectista	80



## INTRODUCCIÓN

Actualmente la construcción es el sector que más contribuye con el crecimiento económico del país, las fluctuaciones de este sector inciden directamente en el PBI y por lo tanto en la economía del país. Esto se debe a que los proyectos de construcción tienen además de un gran alcance económico, un fuerte impacto social, ya que a diferencia de otras industrias en los proyectos de construcción se consumen gran cantidad de recursos en periodos relativamente cortos de tiempo. Sin embargo este gran crecimiento de la construcción no quiere decir que esta industria haya alcanzado un nivel óptimo, por el contrario al desarrollarse nuevos proyectos con gran rapidez no se ha dado el tiempo necesario para analizar la industria.

En esta industria se han dirigido todos los esfuerzos y estudios de reducción de pérdidas a la fase de la ejecución, ya que en esta fase es que se consumen la mayor cantidad de recursos y producto del análisis de esta fase se han introducido nuevas filosofías como el "Lean Construction" cuyo objetivo es aumentar la productividad y reducir al máximo las pérdidas que se pudieran dar en el proceso mismo de construcción. Sin embargo durante las etapas de concepción, diseño y construcción de los proyectos existen prácticas arraigadas que producen pérdidas económicas, demoras en la entrega e incumplimiento de objetivos, además de una falta de aprendizaje que se hace evidente al cometer los mismos errores proyecto tras proyecto.

El relativo bajo costo de los procesos de diseño comparado con los de producción de la obra "disfraza" su verdadera importancia dentro de los proyectos de construcción, como producto de esta visión más amplia de mitigar las pérdidas desde las etapas de conceptualización y diseño de los proyectos de edificación es que se vienen ampliando la aplicación de las técnicas "lean" usadas con éxito en la fase de construcción, también a la fase de diseño.

Es en este contexto que el presente informe trata de ubicar las pérdidas originadas en la fase del diseño y que recién se hacen evidentes durante la construcción, tales como los adicionales, retrasos, altos costos de operación y mantenimiento, la insatisfacción del cliente así como la de usuarios, incumplimiento de objetivos y otros gastos que no aportan valor al proyecto. Para esto nos posicionamos desde el

punto de vista del cliente del proyecto o en todo caso desde el punto de vista de su representante que viene a ser el gerente del proyecto y se analizan las pérdidas que afectan el logro de los objetivos desde esta perspectiva, sin desmerecer los objetivos particulares que puedan tener los demás involucrados en el proyecto, los cuales se buscan integrar a los del cliente.

## CAPÍTULO I: EL ENTORNO ACTUAL DE LA CONSTRUCCIÓN

### 1.1. LA PRÁCTICA ACTUAL EN LOS PROYECTOS DE CONSTRUCCIÓN

En el Perú, en los últimos años, la actividad en el sector construcción se ha incrementado en gran medida debido a los programas de vivienda promovidos por el Estado y a la inversión de grandes capitales privados nacionales y extranjeros en el sector inmobiliario. Sin embargo, este crecimiento no quiere decir que la construcción haya alcanzado un nivel óptimo, durante las etapas de concepción, diseño y construcción existen prácticas bastante arraigadas que producen pérdidas económicas, demoras en la entrega del proyecto e incumplimiento de objetivos. Además, se cometen los mismos errores proyecto tras proyecto.

En los proyectos de construcción existen diferentes y numerosos intereses que deben ser satisfechos y no siempre los clientes los pueden definir de manera clara y completa desde el inicio. En la mayoría de proyectos los clientes no son los usuarios de la edificación; además, frecuentemente los clientes no conocen detalladamente los procesos empleados por sus organizaciones para definir las necesidades de los usuarios. En el caso de edificaciones destinadas a oficinas, por ejemplo, un diseño con una mala funcionalidad debido a la falta de conocimiento de las actividades que se desarrollarán en ella, es motivo de una baja productividad del personal y por lo tanto se requiere que el cliente haga una mayor inversión a largo plazo.

El gran número de cambios realizados por los clientes y los diseñadores es uno de los motivos que generan problemas durante la etapa de construcción. Esto se debe principalmente a la poca participación del cliente durante la etapa de diseño. En muchas ocasiones recién durante la construcción el cliente identifica algunas características de la edificación que no le agradan o que afectan a su negocio, pues los diseñadores al no conocer los requerimientos de los clientes no los toman en cuenta.

En la práctica tradicional los especialistas diseñan secuencialmente. La gran mayoría de proyectos de edificaciones son encomendados a arquitectos, estos

después de conocer las necesidades del cliente realizan el diseño arquitectónico y luego, en base a éste, los demás proyectistas de manera independiente completan el proceso. Una de las principales deficiencias en los proyectos debido a esta mala práctica es la incompatibilidad entre los planos de las diferentes especialidades. Estas incompatibilidades generan durante la etapa de construcción ampliaciones de plazo y presupuestos adicionales que encarecen al proyecto.

Otra deficiencia que genera problemas durante la etapa de construcción es la falta de conocimiento sobre las condiciones del terreno, las instalaciones, materiales disponibles, entre otros; que además de producir errores, puede hacer que se pierdan valiosas oportunidades de optimizar el proceso de construcción en sí mismo y generar valor para el cliente del proyecto.

Existe muy poca coordinación entre las etapas de diseño y construcción, lo cual se ve más afectado por el poco conocimiento de los procedimientos de construcción de algunos proyectistas y en algunas ocasiones por la suposición de procedimientos constructivos incorrectos que complican el trabajo del constructor y pueden afectar el plazo de construcción o el costo del proyecto, que en cualquiera de estas formas termina generando pérdidas para el cliente del proyecto.

La producción de planos y especificaciones muy detallados es una práctica que no siempre produce beneficios, es muy probable que los proyectistas no conozcan todas las consideraciones que deben ser tomadas en cuenta para la producción de los detalles necesarios para la producción y construcción de todos los componentes y sistemas de la edificación y al intentar hacerlo pueden producir detalles y especificaciones con errores y deficiencias.

En el diseño no se consideran todas las etapas del proyecto. Uno de los principales defectos de los proyectistas es evaluar los diseños en base al costo de construcción, dejando de lado la inversión que se debe realizar a largo plazo; es decir, la que se debe hacer para el funcionamiento y el mantenimiento de la edificación. Además, se diseña tratando de satisfacer las necesidades

inmediatas del cliente y muchas veces no se producen diseños flexibles que puedan adecuarse a futuros requerimientos de los usuarios.

El alto grado de especialización alcanzado en el sector construcción hace necesaria la participación de un mayor número de involucrados en los proyectos. Generalmente el mayor número de grupos especializados se incorporan al proyecto durante la etapa de construcción, conocidos como contratistas especializados, estos son contratados para que se encarguen de la construcción o provisión de aquellos sistemas y componentes especiales que forman parte de las edificaciones, por ejemplo, los sistemas de aire acondicionado o las estructuras metálicas. En la práctica común, la experiencia y los conocimientos de los contratistas especializados son solo explotados durante la etapa de construcción y no en etapas tempranas donde mayores ventajas se podrían obtener de la participación de estos.

Por último, el proceso de aprendizaje en los proyectos no es un proceso continuo. Generalmente el rol de los diseñadores se vuelve pasivo durante la etapa de construcción. No se realiza un seguimiento a la obra ni se implementa un sistema de retroalimentación que permita aprender de los errores que se cometen para evitar cometerlos en el futuro.

## **1.2. GENERALIDADES SOBRE LOS PROYECTOS DE CONSTRUCCIÓN**

A continuación se definirán algunos conceptos básicos relacionados a la gerencia de proyectos y que son necesarios para comprender el entorno en el que se desarrolla un típico proyecto de construcción:

### **1.2.1. DEFINICIÓN DE PROYECTO**

En la bibliografía actual existen múltiples definiciones válidas acerca de lo que es un proyecto, sin embargo adoptaremos la definición de proyecto dada por el Project Management Institute<sup>1</sup> que lo define como “Un esfuerzo temporal realizado para crear un producto o servicio único”

---

<sup>1</sup> Organización Internacional sin fines de lucro que asocia a profesionales relacionados con la Gestión de Proyectos, <http://www.pmi.org>

En base a esta definición un proyecto tiene las siguientes características:

- Es temporal
- Es único
- Tiene objetivos específicos
- Es la causa y el medio de cambio
- Implica riesgo e incertidumbre
- Requiere de la inversión de recursos, ya sean humanos, materiales y financieros

### 1.2.2. ETAPAS DE UN PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN

Según la definición dada, un proyecto tiene la característica de ser temporal, esto significa que tiene un inicio y un fin. En este informe se dividirá al ciclo de vida de un proyecto de construcción en las etapas de Concepción, Diseño, Construcción y Operación. Además, estas etapas se subdividen en etapas más pequeñas, como se muestra a continuación:

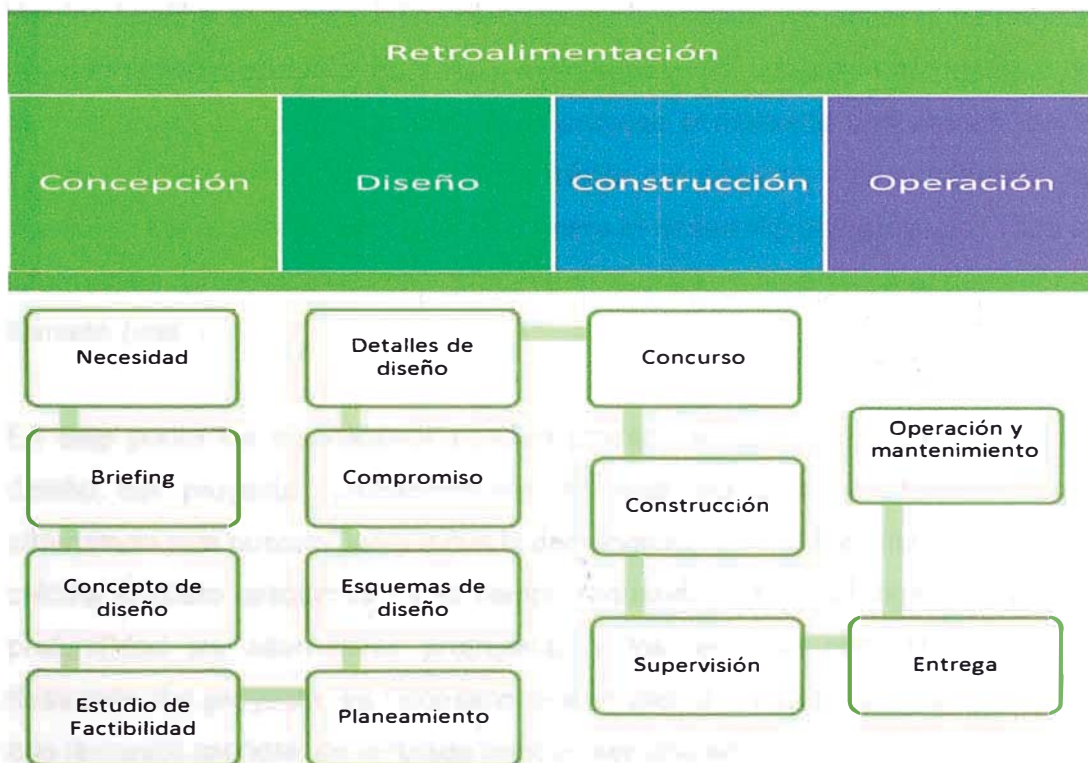


Figura N° 1: Ciclo de Vida de un Proyecto de Construcción

Fuente: Elaboración del autor

No necesariamente una etapa debe finalizar para que la siguiente comience, algunas de las etapas de un proyecto pueden darse simultáneamente. El objetivo de la secuencia debe ser producir un resultado útil, de tal manera que el propósito de cada etapa sea permitir que la siguiente pueda llevarse a cabo.

La naturaleza, complejidad y rapidez de las actividades y del empleo de recursos varía a medida que el proyecto se desarrolla. Además, es importante resaltar como una característica importante en los proyectos de construcción que el trabajo ingenieril o de otro tipo necesario para desarrollar un proyecto es corto en relación al tiempo de vida de servicio del producto. A continuación se realizará una breve descripción de cada una de las etapas de un proyecto de construcción.

### 1.2.3. CONCEPCIÓN

La identificación de una necesidad es el punto de inicio de un proyecto. Luego de la determinación de la necesidad a ser satisfecha, el equipo del proyecto concentrará todos sus esfuerzos en encontrar el tipo de proyecto que pueda satisfacer adecuadamente la demanda del cliente. En el Reino Unido se utiliza el término *briefing*, el cual se define como “el proceso de reunir, analizar y sintetizar la información necesaria durante la realización del proyecto para la toma de decisiones y su implementación.” Este proceso comprende dos etapas; en la primera se determinan el contexto y la misión del proyecto y en la segunda, se describen las especificaciones técnicas para el desarrollo del proyecto. Toda la información producida en este proceso se compila y se elabora el documento llamado *brief*.

En este punto los diseñadores pueden producir el concepto y un esbozo del diseño del proyecto, probablemente en esta etapa se produzcan varias alternativas que puedan cumplir con la demanda del cliente. Simultáneamente se calcula el costo aproximado y el tiempo requerido. Para investigar con mayor profundidad las alternativas propuestas y los recursos necesarios para el desarrollo del proyecto, es necesario que el cliente brinde la autorización para que la mayor cantidad de recursos puedan ser utilizados.

El estudio de factibilidad consiste en analizar las alternativas para hacer una comparación de costos y valor estimados, luego se escoge aquella que satisface mejor la necesidad del cliente. Es necesario señalar que los resultados de este estudio son sólo probabilísticos ya que, están basados en predicciones. El resultado de este estudio será la aprobación o el rechazo del proyecto.

#### **1.2.4. DISEÑO**

En esta etapa los diseñadores desarrollan el concepto de diseño y elaboran los esquemas de diseño donde muestran los sistemas básicos de la edificación. Tras la aprobación del cliente, tanto de los esquemas de diseño como de los presupuestos de costo y tiempo, los diseñadores producen la información requerida para la construcción.

#### **1.2.5. CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN**

La etapa de construcción es aquella donde mayor cantidad de recursos son empleados. En esta etapa participan diferentes especialistas, dependiendo de la complejidad del proyecto. Concluida la etapa de construcción la edificación inicia su etapa productiva, por lo cual un mantenimiento adecuado debe llevarse a cabo para conseguir un desempeño óptimo de la edificación, así como conservar su estética.

Finalmente un adecuado programa de retroalimentación debe ser implementado por el equipo del proyecto. Es necesario aprender de las experiencias obtenidas e idear sistemas para recopilar estas en el momento oportuno para así evitar cometer los mismos errores y aprovechar ese conocimiento en proyectos posteriores.

### **1.3. DIFERENCIAS ENTRE EL DISEÑO Y LA CONSTRUCCIÓN**

Varios estudios han concluido que un gran porcentaje de los defectos en las construcciones se deben a las decisiones o acciones en la etapa de diseño. El relativo bajo costo de los procesos de diseño comparado con los costos de



producción “disfraza” su verdadera importancia dentro de los proyectos de construcción.

Para la Gerencia de proyectos “lean”, la producción es un proceso integrado de diseño y construcción, y ambos conceptos son complementarios. A continuación algunas diferencias:

- La variabilidad de resultados es indeseable en construcción. Sin embargo, en el diseño no sucede lo mismo, pues si los productos de diseño han sido totalmente predecibles (sin variabilidad), esto quiere decir que el proceso de diseño no estaría agregando valor.
- De una forma mucho más simplista podríamos decir que diseñar es elaborar la receta y construir es preparar la comida. Esta es también la antigua distinción entre planear y hacer.
- Las repeticiones en construcción son re-trabajos, claramente un tipo de pérdida a ser evitado. Por el contrario, en el diseño se requiere a menudo la producción de ‘outputs’ incompletos o provisionales (que conllevará a repetir procesos) para solo así resolver los problemas de diseño y dar alternativas de solución mucho más refinadas y óptimas.

A manera de analogía podemos decir, que el diseñar puede ser relacionado también con una buena conversación, de donde todos salen con una visión diferente y un mejor entendimiento de las ideas que se tenían al inicio. Ahora bien, cómo promover esta conversación (repetición), cómo diferenciar entre repetición positiva (que genera valor) y negativa (que es pérdida), y cómo minimizar las repeticiones negativas. Todas estas son algunas de las habilidades necesarias en la gerencia de diseño.

#### **1.4. ENTORNO DEL PROCESO DE DISEÑO**

### 1.4.1. EL PROCESO DE DISEÑO

La influencia de la etapa de diseño en los resultados de los proyectos, tanto económica como técnicamente es extremadamente importante. Es precisamente en esta etapa donde se conceptualizan las ideas y especulaciones del cliente en un modelo físico materializable; definiendo sus necesidades y requerimientos a través de procedimientos, planos, y especificaciones técnicas. Sin embargo, la administración y la ingeniería del diseño han sido escasamente examinadas y ejemplificada. De hecho, numerosos autores indican que el diseño, la planificación y el control son sustituidos por caos e improvisación, causando: mala comunicación, falta de documentación adecuada, ausente o deficiente información de entrada, desequilibrada asignación de recursos, falta de coordinación entre disciplinas y errática toma de decisiones. Según Tzortzopoulos<sup>2</sup> *“El proceso de diseño es carente en minimizar los efectos de complejidad e incertidumbre, asegurar suficiente información disponible para completar las actividades de diseño y reducir inconsistencias dentro de los documentos de la construcción”*. Aun si la naturaleza del proceso de diseño justifica algunos de estos problemas, esta realidad no puede ser considerada satisfactoria.

### 1.4.2. LA GESTIÓN DEL DISEÑO

La gestión del diseño ha intentado varias estrategias para resolver los problemas anteriormente mencionados como: administración de proyectos, ingeniería concurrente, modelos de procesos, ingeniería del valor, nuevas formas organizacionales y apoyo de información tecnológica. Aun cuando estos nuevos y modernos enfoques para la gestión del diseño contienen interesantes y aparentemente efectivas técnicas, son fragmentados y carentes de una sólida base conceptual; así convirtiéndose en una barrera para el avance. *Koskela y Huovila*<sup>3</sup> propusieron una estructura conceptual para la gestión del diseño en las

---

<sup>2</sup> TZORTZOPOULOS, Patricia y Carlos FORMOSO. “Considerations application of lean construction principles to design management”. California, Berkeley USA.1999.

<sup>3</sup> KOSKELA. L, HUOVILA. “On foundations of Concurrent Engineering”, Londres 1997, p.p 22-32

cuales consideraron las siguientes perspectivas del proceso: (1) diseño como conversión de entradas a salidas; (2) diseño como un flujo de información; (3) diseño como un proceso de generación de valor para los clientes. Este conjunto de perspectivas permite una base conceptual más sólida de la ingeniería y el diseño, que puede ser comprendida como la unión simultánea de las tres.

Los conceptos y principios de la gestión de producción “lean”, que promueven la eliminación de las actividades que no agregan valor en los procesos, son aplicados a la ingeniería y diseño para formar una nueva forma de gestión del proceso de diseño (lean design). Esta forma de gestión considera tres perspectivas para describir el proceso de diseño como se muestra en el cuadro N° 1: conversión, flujo y generación de valor. La diferencia entre estas visiones es la forma en que ellas conceptualizan al proceso, es decir, la forma en que describen sus aspectos y propiedades. Estas representaciones simbólicas hacen que varíen desde sus principios esenciales hasta los métodos y prácticas para llevar a cabo su contribución práctica.

**Cuadro N° 1: Comparación entre las Perspectivas de Conversión, Flujo y Generación de Valor**

	<b>Conversión</b>	<b>Flujo</b>	<b>Valor</b>
--	-------------------	--------------	--------------

<i>Conceptualización de la ingeniería</i>	Como una conversión de requerimientos en un producto de diseño.	Como un flujo de información, compuesto de conversión, inspección, movimiento y esperas.	Como un proceso donde el valor para el cliente es creado a través del cumplimiento de sus requerimientos.
<i>Principios principales</i>	Descomposición jerárquica; control y optimización de actividades individuales.	Eliminación de pérdidas (actividades innecesarias); reducción de tiempo.	Eliminación de "pérdida de valor" (tramo entre el valor conseguido y el mejor valor posible)
<i>Métodos y prácticas</i>	Estructura de quiebre de proyecto, método del camino crítico, matriz de organización y responsabilidad	Rápida reducción de incertidumbre, trabajo en equipo, integración de herramientas, partnering.	Análisis riguroso de requerimientos, manejo sistematizada de traspaso de los requerimientos, optimización.
<i>Contribución práctica</i>	Preocupándose de lo que tiene que hacerse.	Preocupándose de que lo innecesario se haga lo menos posible.	Preocupándose que los requerimientos del cliente son alcanzados en la mejor forma posible.
<i>Nombre sugerido para la aplicación práctica de esta perspectiva</i>	Administración de tareas (task management)	Administración de flujos (flow management)	Administración del valor (value management)

FUENTE: Koskela y Huovila<sup>4</sup>

La perspectiva de conversión es instrumental en descubrir cuáles son las tareas necesarias para llevar a cabo un diseño; por ende es perfectamente factible realizar proyectos de diseño basándose en este modelo. Sin embargo, no ayuda a determinar cómo no utilizar los recursos innecesariamente o cómo asegurar que los requerimientos del cliente sean logrados de la mejor manera posible. En resumen, la perspectiva de conversión es efectiva para la administración, pero no para el mejoramiento. De hecho, este modelo sólo considera la primera de tres interrogantes que de acuerdo a Turner<sup>5</sup> constituyen el núcleo de la administración de proyectos: (1)

<sup>4</sup> KOSKELA, L, HUOVILA, Op.cit

<sup>5</sup> TURNER, J.R, "Manual de proyectos basados en la administración", London, 1993, p.p. 540

que una adecuada y suficiente cantidad de trabajo sea hecha; (2) que trabajo innecesario no sea hecho; (3) que el trabajo hecho cumpla el propósito de negocios propuesto. En consecuencia, el uso de esta única perspectiva ha contribuido directa e indirectamente a muchos problemas persistentes en los proyectos de ingeniería: fragmentación, es más importante llevar a cabo las tareas que preocuparse por su relación con otras actividades; las iteraciones necesarias y la inevitable variabilidad en las tareas llevan a rehacer trabajos que no son visibles en su consideración funcional; los requerimientos del cliente final tienden a ser atenuados en la frecuentemente larga cadena de actividades.

El conceptualizar el proceso de diseño como un flujo de información tiende a reducir pérdidas al minimizar: el tiempo que la información espera para ser usada, tiempo gastado en la inspección de la información de acuerdo a lo requerido, tiempo gastado en que la información se mueve de un diseñador contribuyente al próximo. Según Ballard<sup>6</sup>, *“más importante que reducir el costo y tiempo del diseño, al conceptualizar el proceso de diseño como un flujo de información permite la coordinación de flujos interdependientes y la integración del diseño con los proveedores y la construcción.”*

En el modelo de generación de valor el énfasis está en la obtención de los requerimientos del cliente. El mejoramiento en el diseño recae en reducir la pérdida de valor que ocurre cuando no todos los requisitos son transmitidos en el proceso. Por otro lado, el valor consiste en el desempeño del producto y en la falta de defectos. Este valor tiene que ser evaluado desde la perspectiva del próximo cliente y el cliente final. Según Huovila<sup>7</sup>, *“Para prevenir la pérdida de valor es necesario: analizar los requerimientos y necesidades en los comienzos y en estrecha cooperación con el cliente, utilizar una administración sistematizada de requerimientos y organizar rápidas iteraciones entre todos los participantes que entregan información de diseño y construcción.”*

---

<sup>6</sup> BALLARD, G, Conferencia Anual de Lean Construction, 1998

<sup>7</sup> HUOVILA, P. “Rápido o concurrente: El arte de pasar a la construcción mejorada”, 1997

La gestión del proceso de diseño "lean" incorpora las perspectivas de flujo y de generación de valor, en contraste con la visión tradicional del modelo de conversión. Aun cuando cada percepción fue analizada separadamente, el proceso de diseño incorpora las tres. En otras palabras, en realidad las tres existen como diferentes aspectos en las tareas de diseño. Cada tarea es en sí una conversión. Además, es una etapa dentro del flujo total del diseño, donde las tareas precedentes impactan a través de tiempo, calidad de entrega, etc. e impactan las tareas subsecuentes. También, convencionalmente sólo el aspecto de conversión ha sido explícitamente modelado, administrado y controlado. Los otros dos aspectos han sido dejados para consideraciones informales de los diseñadores. La mayor contribución de la ingeniería concurrente es la extensión de la modelación hacia los aspectos de flujo y valor, así sometiendo a una administración sistemática.

De esta forma, se "abren las puertas" para modelar la aplicación práctica de las tres perspectivas en el proceso de diseño. Esta incorporación permite nuevas formas de "visualizar" el proceso, incrementando el entendimiento y la comprensión de cómo funciona. De esta forma, motiva a la implementación de herramientas que integren estos aspectos típicamente desatendidos; por ende mejorándolo.

## CAPITULO II: GERENCIA DEL PROYECTO LEAN

### 2.1. GERENCIA DEL PROYECTO “LEAN”

#### 2.1.1. ALGUNOS ESTUDIOS ACERCA DE LA GERENCIA DEL DISEÑO.

A continuación se presenta un resumen de algunas corrientes de la gestión de proyectos que desarrollan y se relacionan con la gerencia del diseño.

##### 2.1.1.1. INGENIERÍA CONCURRENTE.

La ingeniería concurrente, también llamada por muchos autores ingeniería simultánea, es un fenómeno que aparece a principios de la década de los ochenta en el Japón y que llega a Europa a través de América, fundamentalmente Estados Unidos, a finales de esa misma década.

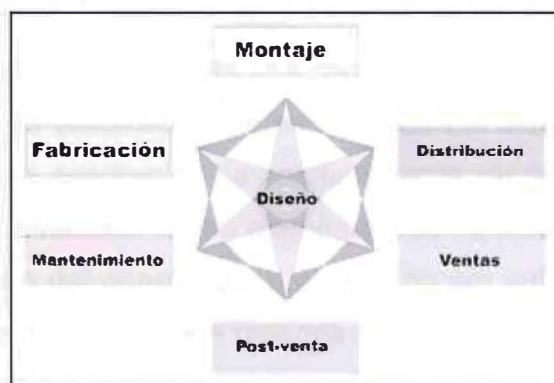


Figura N° 2: Definición de Ingeniería Concurrente

Fuente: Vásquez<sup>8</sup> J.

Existen muchas definiciones y ésta es una de las más aceptadas: "Filosofía de trabajo basada en sistemas de información y fundamentada en la idea de convergencia, simultaneidad o concurrencia de la información contenida en todo el ciclo de vida de un producto sobre el diseño del mismo".

Esta filosofía de trabajo involucra, dentro de una compañía, a todas las personas y entes que participan de cualquier manera en el ciclo de vida de un producto, en la responsabilidad del diseño del mismo.

<sup>8</sup> Vásquez, Juan; "El lean desing y su aplicación a los proyectos de edificación", 2006

Evidentemente, el diseño ya no es una tarea unipersonal, es una tarea de equipo. Es responsabilidad del equipo y, por tanto, las decisiones importantes deben ser tomadas en función de la información aportada por cada una de las personas afectadas, haciendo referencia directa a proveedores y subcontratistas.

Analicemos el caso concreto del diseño, por ejemplo, del sistema de aire acondicionado en un edificio:

"Un arquitecto proyecta un edificio, vivienda u oficina y, normalmente, debe prever la instalación de algún tipo de acondicionamiento de aire. Para dimensionar su edificio necesita datos de volumen relativos al sistema de aire acondicionado, volúmenes que ha de prever en sus planos. Pero el instalador del sistema no le dará las dimensiones de los equipos que necesita si no ve previamente los planos del edificio a acondicionar. No se puede definir el sistema de aire acondicionado si no se ha dimensionado previamente el edificio. No se puede dimensionar el edificio si no se hacen las previsiones oportunas para habilitar los espacios necesarios que habrá de ocupar el sistema de aire acondicionado que todavía no se ha definido. Hace falta una concurrencia en el diseño. A pesar de todo esto el edificio se construye, este es ocupado por una empresa que desea ubicar sus oficinas. La distribución es aparentemente válida, pero no ha pasado un mes y ya se han levantado cuatro mamparas, se ha tirado un tabique y se ha ampliado el despacho del director general, que no era suficientemente grande. Como consecuencia de ello, aquella persona que debería tener una ventana a la izquierda para recibir luz indirecta, tiene que situar su mesa de espaldas a la misma con lo que la luz del día se refleja permanentemente en su pantalla y le obliga a cerrar las persianas para poder trabajar. Además, no se sabe por qué extraña razón, se le ha colocado su mesa debajo de la salida de un chorro de aire frío que le provoca un resfriado permanente."

Evidentemente, en este esquema hay algo que falla. Y lo que falla no es nada especialmente complejo, es falta de información. La solución a éste y cualquier problema de diseño pasa por que se coordinen las herramientas necesarias para hacer que la información relativa al producto, teniendo en cuenta todo su ciclo de vida, esté a disposición del equipo de diseño.

Ante un proyecto de diseño, por sencillo que parezca, el volumen de información que se maneja y se hace necesario es tal que obliga a la concurrencia



de varias personas, cada una de ellas aportando su "algo" al diseño. Y la mejor forma de coordinar este flujo de información es mediante herramientas informáticas.

### 2.1.1.2. PROYECTO SIMULTÁNEO.

Las empresas hoy en día disputan mercados cada vez más exigentes, lo que las obliga a diferenciarse e innovar nuevos productos, los clientes cada vez son más importantes en la decisión de las características del producto, los proveedores son fundamentales para mantener la calidad de los materiales y servicios suministrados. El proyecto simultáneo valoriza la integración entre los agentes de un proceso para que al final el producto satisfaga las necesidades de los clientes, partiendo de la presuposición de que esa falta de integración genera incertidumbres en el proceso y compromete la calidad del producto.

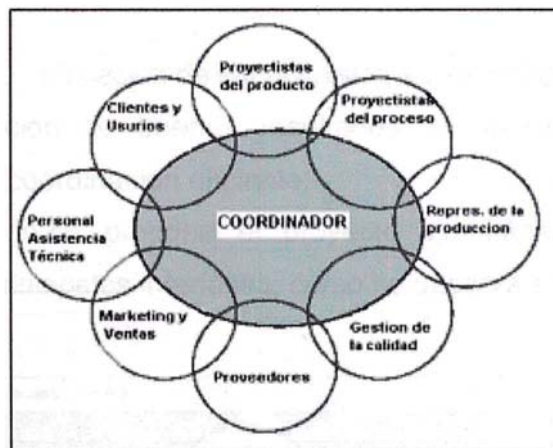


Figura N° 3: Equipo multidisciplinario de proyecto simultáneo

Fuente: Fuente: Vásquez<sup>9</sup> J.

Con el enfoque de proyecto simultáneo, los trabajos que eran ejecutados simultáneamente, pero de manera separada (arquitectura, estructuras, instalaciones, etc.), son substituidos por el trabajo de los equipos, con la eliminación de las fronteras que los dividían.

El proyecto simultáneo presupone que haya trabajo en equipo, comunicación sistemática y entrenamiento de los recursos humanos. Todos los agentes del

<sup>9</sup> Vásquez, Juan; op.cit

equipo deben exponer sus necesidades y expectativas en todo el proceso. En la filosofía de proyecto simultáneo, los ingenieros de producción (residentes) se juntan con los ingenieros proyectistas en equipos multidisciplinarios, propiciando el mejor desempeño y menores plazos en la elaboración del proyecto. De esta manera cada integrante del equipo puede contribuir con su experiencia y conocimiento de su área específica para disminuir fallas potenciales, tanto del producto como del proceso de producción.

Los principales beneficios que se obtienen al adoptar un proyecto simultáneo son:

- Mayor integración entre los diversos agentes del proceso, por la formación de equipos multidisciplinarios.
- Reducción del tiempo en la elaboración de proyectos.
- Mejora continua del producto y del proceso.
- Disminución de costos.

No siempre la simple colocación de especialistas en los equipos multidisciplinarios garantiza la obtención de buenos resultados; si no que esta depende del desempeño de una coordinación eficiente.

Para la construcción se propone el proyecto simultáneo por medio de la integración de las principales interfases, como se observa en la siguiente figura.

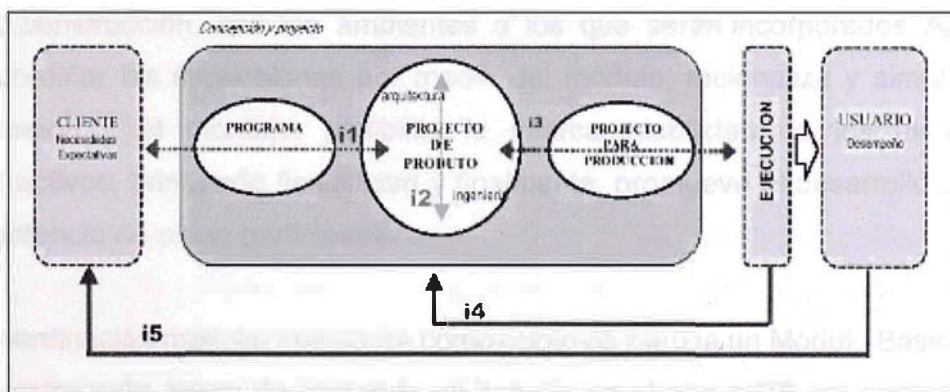


Figura N° 4: Principales Interfases en el proceso de un proyecto

Fuente: Fuente: Vásquez<sup>10</sup> J.

i1: Interfase con el mercado (programa)

i2: Interfase con los proyectos del producto

<sup>10</sup> Vásquez, Juan; op.cit

i3: Interfase proyecto del producto – producción (Proyecto para la producción)

i4: Retroalimentación ejecución- proyecto

i5: Interfase cliente (retroalimentación del desempeño)

En la figura 4 se muestra las principales interfases del proyecto en el que se pueden establecer prácticas de cooperación simultáneas. Estas interfases están representadas como i1, i2 y i3. A éstas, además se les incrementa una interfase de retroalimentación de la fase de ejecución (i4: interfase con la obra), y otra fase de uso (i5: interfase con el desempeño del producto y el uso por parte del cliente). Esta figura también muestra la filosofía de los procesos de calidad ISO, puesto que el proyecto se inicia a partir de un cliente, observando sus necesidades y expectativas, y termina en el cliente – usuario, con el desempeño del producto o servicio, que debe atender las necesidades y expectativas inicialmente formuladas.

### **2.1.1.3. COORDINACIÓN MODULAR Y ESTANDARIZACIÓN.**

La coordinación modular, es un procedimiento de diseño constructivo que simplifica y coordina las dimensiones de los elementos de construcción. Este procedimiento, el cual se desarrolla durante el diseño del proyecto, también es llamado Coordinación dimensional, y relaciona las medidas de los componentes de la construcción, con los ambientes a los que serán incorporados. Además de coordinar las dimensiones por medio del módulo, racionaliza y simplifica la fabricación y el montaje, posibilita la intercambiabilidad de los elementos constructivos, brindando flexibilidad y finalmente, promueve el desarrollo de una competencia de plena participación.

La Coordinación modular considera como punto de partida un Módulo Básico, que en nuestro país, luego de realizado un estudio en el año 1976, se definió como MB=10 cm. Para el diseño de los planos se traza en primer lugar una cuadrícula, llamada Reticula modular de referencia, la cual tiene como espaciamiento el módulo básico, el módulo de diseño y/o el módulo de componentes, estos dos últimos definidos según el tipo de proyecto. Y seguidamente se diseñan los distintos planos de cada especialidad con dicha retícula, lo cual permite, como se mencionó, la intercambiabilidad de los elementos constructivos.

Por otro lado, los estudios realizados en nuestro país referentes al tema, han concluido con la definición de la “Medidas modulares preferibles” para distintos componentes de la construcción, las cuales deben ser tomadas en cuenta durante el diseño, como por ejemplo medidas modulares para los vanos de puertas y ventanas, medidas recomendadas para la altura de un recinto, muebles de cocina, longitud de muros, etc.

La coordinación modular tiene como uno de sus objetivos la estandarización, la cual podemos definirla como el procedimiento que consiste en elaborar productos y procesos con características similares, con el fin de fabricar modelos repetidos que cumplan una misma función, y de esta manera simplificar la producción de componentes de la construcción. Es decir a través de la Coordinación modular y la estandarización en el diseño se logra industrializar la construcción a través de economías de escala, promoviendo otro aspecto importante como es la prefabricación. Por ejemplo se pueden estandarizar puertas y ventanas y con dichas medidas estandarizadas promover la industrialización de dichos componentes, como ya ocurre en países de Europa, donde se ha logrado estandarizar y prefabricar módulos de baños que se construyen fuera de obra y se llevan a la misma través de camiones colocándolas con una grúa en el frente de trabajo.

### **2.1.2. PRODUCCIÓN “LEAN” LEAN PRODUCTION**

El Dr. James Womack, licenciado en ciencias políticas por la universidad de Chicago en 1970 y Master en sistemas de transporte por Harvard, desarrolló una labor científica entre 1975 y 1991, al servicio exclusivo del MIT y dirigió una serie de estudios comparativos acerca de la gestión en las empresas industriales. Fruto de estos estudios y de sus viajes, en los que asesoró a numerosas empresas industriales de todo el mundo, escribió en 1990, junto con D. Jones y D. Roos, el libro “The Machine that Changed the World” (La Máquina que Cambió el Mundo). El libro, de gran éxito, explica la evolución de las tendencias en todo el mundo en la gestión de las plantas industriales, a través del mundo del automóvil y los sistemas de gestión de Toyota, que usaban menos de todo: esfuerzo, inversión

de capitales, instalaciones, inventarios y tiempo humano, en la fabricación, el desarrollo de producto, piezas fuentes y relaciones con el cliente. Este sistema lo recomendó para las empresas industriales del mundo occidental y le dio el nombre de Lean Production, denominación que desde entonces (1990), se ha ido difundiendo en todo el mundo.

El Lean Production es en suma la síntesis de varios modelos sugeridos en diferentes campos de investigación en una base teórica común, como el pensamiento JIT<sup>11</sup> y la visión de Calidad. La tarea fue desarrollar un modelo que cubra todos los rasgos importantes de producción, sobre todo de los que carece el modelo de conversión. Este nuevo modelo de producción puede ser definido de la siguiente forma:

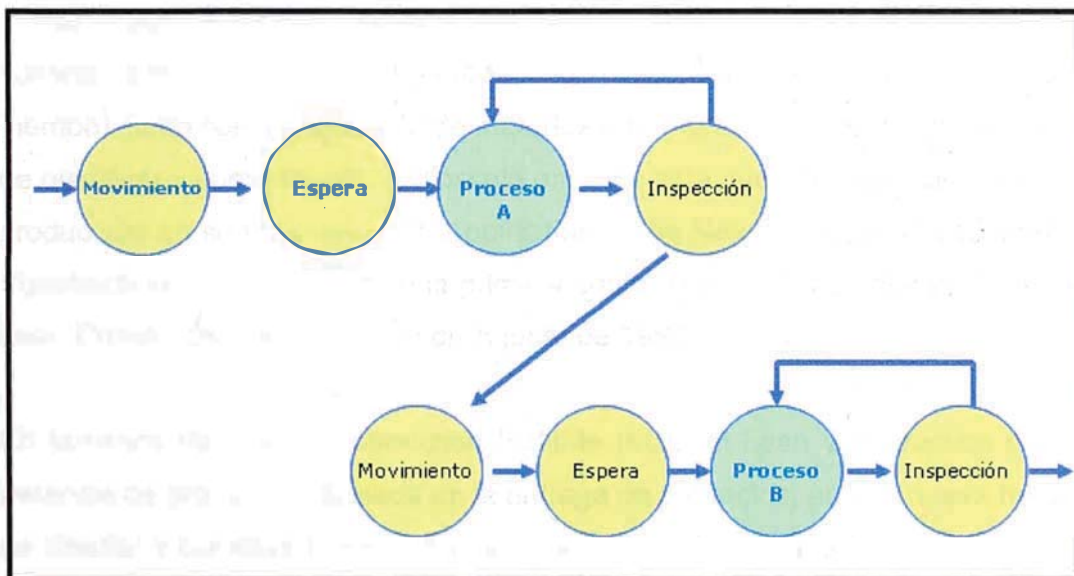


Figura N°5: La producción como un flujo de procesos

FUENTE: ELABORACIÓN DEL AUTOR

Un flujo de materiales y/o información desde la materia prima al producto final (figura N°5). Dentro de este flujo, el material es procesado, se producen inspecciones, esperas y posteriormente movimientos de recursos hacia la actividad siguiente. Este proceso de actividades intrínsecamente diferentes representa la visión de conversión de producción; la inspección, el movimiento y la espera representa el aspecto de flujo de producción. Los círculos de color

<sup>11</sup> JIT, "Just in time: Justo a tiempo", es un sistema de organización de la producción para las fábricas, de origen japonés

blanco representan actividades que no agregan valor, en contraste con las actividades que si agregan valor al proceso.

En esencia, la nueva conceptualización implica una doble visión de producción: esto consiste en conversiones y flujos. La eficacia total de producción es atribuible a la eficacia de ambas.

### **2.1.3. CONSTRUCCIÓN “LEAN” LEAN CONSTRUCTION**

Teniendo como modelo el Lean Production japonés, se crea una nueva filosofía de Planificación de proyectos, que nace a comienzos de los años 90s en Finlandia, donde Lauri Koskela<sup>12</sup> sistematiza los conceptos más avanzados de la administración moderna (Benchmarking, Mejoramiento Continuo, Justo a Tiempo), junto con la Ingeniería de métodos reformula los conceptos tradicionales de planificar y controlar obras. Koskela propone esta nueva filosofía de control de producción en su tesis doctoral "Application of the New Production Philosophy to Construction", 1992. Él ofreció la primera conferencia del International Group for Lean Construction en Finlandia en Agosto de 1993.

En términos del Lean Construction Institute (LCI), el Lean Construction es una gerencia de producción basada en la entrega de proyectos, es una nueva manera de diseñar y construir productos o servicios. Se extiende desde los objetivos del sistema de producción “lean” (maximizar el valor y reducir las pérdidas) hasta las especificaciones técnicas y su aplicación en un nuevo proceso de entrega de proyectos. Como resultado, tanto el servicio como el proceso de entrega son diseñados juntos para un mejor acercamiento a los requerimientos del cliente final.

Esta nueva filosofía propone una gestión de producción donde la planificación de las actividades de obra sea totalmente realizable y predecible. Evitar pérdidas en el flujo de actividades apostando por una planificación confiable. Para ello, se

---

<sup>12</sup> Autor del Lean Construction que constituye una nueva filosofía orientada hacia la administración de la producción en construcción, cuyo objetivo fundamental es la eliminación de las actividades que no agregan valor (pérdidas).

propone generar un “escudo” de producción para proteger el flujo de trabajo, de esta manera se hace más fácil ordenar los requerimientos de materiales durante el desarrollo del proyecto.

Las principales diferencias entre el Lean Construction y las formas actuales de la gerencia de proyectos:

- El control es redefinido, de ser “los resultados de un monitoreo” a un “hacer que las cosas pasen”. El rendimiento del sistema de planificación es medido y mejorado para dar confiabilidad al flujo de trabajo y a los resultados predecibles del proyecto.
- El rendimiento consiste en maximizar el valor y minimizar las pérdidas en el proyecto. Las prácticas actuales se enfocan en optimizar cada actividad produciendo una reducción del rendimiento total.
- La entrega de proyectos es el diseño simultáneo del servicio o producto y su proceso de producción. La práctica actual, aún con el uso de la constructabilidad, es un proceso secuencial que no puede prevenir las iteraciones que producen pérdidas.
- El valor para el cliente es definido, creado y entregado a lo largo de la vida del proyecto. En la práctica actual, el dueño define completamente los requerimientos al inicio y la entrega al final, a pesar de los cambios en el mercado, la tecnología y la economía.
- El coordinar a través del “jalar” y el flujo continuo es opuesto a la práctica tradicional dada por el “empujar” con una sobre-confianza centralizada en una autoridad y con cronogramas para gerenciar los recursos y coordinar el trabajo.
- Descentralizar la toma de decisiones trae transparencia y confianza. Esto significa proveer a los participantes del proyecto de la información sobre el estado de los sistemas de producción y darles la confianza de realizar las acciones.

#### **2.1.4. GERENCIA DE PROYECTOS “LEAN” LEAN PROJECT MANAGEMENT**

Actualmente, como fruto de las estrategias de producción en el mundo industrial, el “hacer” ha dejado de lado al “diseñar” y el Lean Project Management surge como un tipo de gerencia donde ambos conceptos son tomados en cuenta por igual, además busca entregar el producto maximizando su valor y minimizando las pérdidas, de ahí su denominación de “lean”.

Los seguidores del Lean Project Management o Gerencia de Proyectos “lean” que en adelante denominaremos LPM, definen “producción” como ese “diseñar y hacer” que se logra a través de un “proyecto”, el cual se define como un sistema temporal de producción.

La construcción, es justamente un sistema de producción que para gerenciarlo el LPM propone un modelo denominado Lean Project Delivery System o Sistema de entrega de proyectos “lean” que en adelante llamaremos LPDS.

##### **2.1.4.1. SISTEMA DE ENTREGA DE PROYECTOS “LEAN” LEAN PROJECT DELIVERY SYSTEM**

El LCI desarrolló el Sistema de entrega de proyectos “lean” (LPDS) que aplica los principios de la manufactura a la construcción con herramientas que facilitan la planificación y el control, maximizando el valor y minimizando las pérdidas a lo largo del proceso de construcción.

En general, los proyectos se dividen en fases, lo mismo sucede en este modelo LPDS, sin embargo lo que diferencia a este modelo con otros es la definición de cada una de las fases, la relación entre cada fase y los participantes que actúan en ellas. Es así que el LPDS es visto como una filosofía, un grupo de funciones interdependientes, reglas para tomar decisiones, procedimientos para la ejecución de funciones, y como una implementación de herramientas.

Algunas de las principales características del LPDS son:



- El proyecto es estructurado y gerenciado como un proceso de generación de valor.
- Los participantes “aguas abajo” del proyecto están involucrados desde la planificación y diseño a través de los equipos multidisciplinarios.
- Los esfuerzos optimizados están centrados en hacer el trabajo de flujo más confiable para mejorar la productividad.
- Las técnicas para “jalar” la producción son usadas para gobernar el flujo de materiales e información a través de los grupos de trabajo de los especialistas.
- Los “buffers” de capacidad e inventario son utilizados para absorber la variabilidad.
- Los lazos de retroalimentación son incorporados en todos los niveles, con el fin de ajustar el sistema de manera rápida.

El LPDS consta de 14 módulos, 11 de los cuales están agrupados en 5 triadas o fases, otros 2 módulos se extienden a lo largo de todas las fases del proyecto y uno más es el nexo entre el proyecto terminado y otro nuevo, tal como se aprecia en la siguiente Figura.

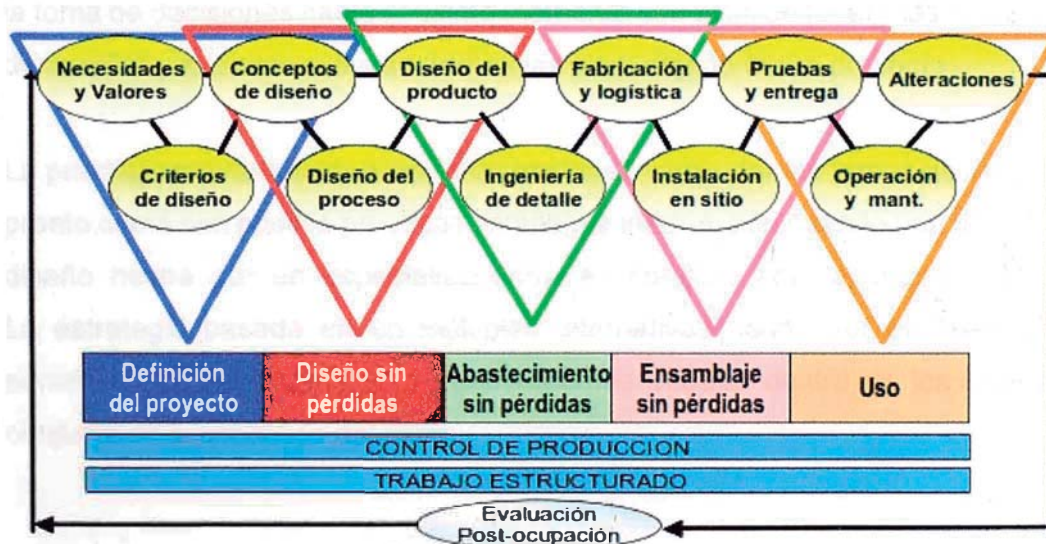


Figura N°6: Triadas de entrega del Sistema de entrega de proyectos “lean”

Los primeros 11 módulos, como ya se mencionó están agrupados en 5 triadas o fases que son:

### a) Definición del Proyecto

El modelo de la figura 6 representa una serie de fases en triángulos traslapados, el primero de los cuales es la “Definición del proyecto”, la cual incluye los requerimientos y valores del cliente e involucrados, conceptos y criterios de diseño. Cada uno de estos elementos puede influir en otro, entonces es necesaria una reunión entre los diversos involucrados, para así llegar a acuerdos a través de una conversación iterativa. Los representantes de todas las etapas del ciclo de vida del producto o servicio están involucrados en esta fase inicial, incluyendo miembros del equipo de producción.

### **b) Diseño sin pérdidas**

La puerta entre la Definición del proyecto y el Diseño “Lean” es el alineamiento de los valores, conceptos y criterios. El Diseño “lean” también utiliza las reuniones, esta vez dedicado a desarrollar y alinear el diseño del producto y del proceso a nivel de sistemas funcionales. El proyecto puede volver a la fase de la Definición del proyecto si la investigación en curso del valor revela oportunidades que son consistentes con las restricciones del cliente y de los involucrados solo si hay dinero y tiempo suficientes.

El Diseño “Lean” difiere de la práctica tradicional por que sistemáticamente deja la toma de decisiones hasta el último momento con el fin de tener más tiempo para desarrollar y explorar nuevas alternativas en el diseño de un proyecto.

La práctica tradicional de seleccionar opciones y ejecutar las tareas de diseño tan pronto como sea posible provoca re-trabajo e interrupción cuando una decisión de diseño hecha por un especialista entra en conflicto con la decisión de otro. La estrategia basada en un múltiples alternativas usada por el Diseño Lean permite a los especialistas interdependientes trabajar dentro de los límites del conjunto de alternativas definidas.

### **c) Abastecimiento sin pérdidas**

El Abastecimiento “lean” consta de una ingeniería de detalle, de una fabricación y entrega; la cual requiere como pre-requisito el diseño del producto y del proceso, solo así el sistema sabe qué detallar y fabricar y cuándo entregar

estos componentes. El Abastecimiento “lean” también incluye algunas iniciativas tales como reducir el tiempo de producción de información y materiales, especialmente los que se refieren al abastecimiento de los productos que requieren ser pedidos con anticipación, es decir, que el proveedor no tiene en stock, que son los que normalmente determinan el ritmo de la entrega del proyecto y la regulan.

#### **d) Ensamblaje sin pérdidas**

El Ensamblaje “lean” comienza con la entrega de los materiales y la información relevante para su instalación. El ensamblaje se completa cuando el cliente hace uso del producto o servicio.

#### **e) Uso**

El uso es el módulo que consiste en la entrega del producto o servicio al cliente final, después de pasar varias pruebas para certificar su calidad. También involucra acciones de mantenimiento y modificaciones que pudiesen ocurrir en el servicio. Una vez terminado esto se hace una evaluación Post-ocupación que servirá de lazo de aprendizaje para un próximo proyecto

Otros 2 módulos del LPDS que se extienden a lo largo de estas fases son: Control de producción y la Estructura del trabajo.

#### **f) Control de Producción.**

Este módulo, como se mencionó, está presente a lo largo de todas las fases y se basa fundamentalmente en el uso de del “Último planificador” (Last planner) como el sistema de control de producción.

El control de producción consiste en el control del flujo de trabajo y de la unidad de producción. El flujo de trabajo a través los procesos “lookahead” y la unidad de producción a través de las planificaciones semanales de trabajo.

#### **g) Estructura del trabajo**

Este es un término creado por el LCI para indicar el desarrollo de los procesos y operaciones de diseño en concordancia con el diseño del producto, la estructura

de la cadena de abastecimiento, la asignación de recursos, y los esfuerzos de diseño- ensamblaje.

El objetivo de estructurar el trabajo es hacer un flujo de trabajo más confiable y rápido mientras se añade valor para el cliente.

Finalmente el último módulo es la evaluación Post-Ocupación que conecta el final del proyecto con el inicio de otro.

#### **h) Evaluación post-ocupación (POE).**

En el Lean Project Delivery System, POE es mostrado como un lazo de retroalimentación desde el final de un proyecto hasta el inicio del siguiente. Como tal, esto representa la multitud de lazos de retroalimentación que promueven el aprendizaje durante todo el proceso de entrega. POE es en sí mismo simplemente la evaluación del proceso de entrega de un proyecto después que el producto o servicio está en uso.

La idea es determinar por inspección, medición y preguntas, cómo está siendo usado actualmente el producto (por ejemplo, cómo están siendo usados los espacios funcionales en comparación con el propósito de diseño), cómo está funcionando el servicio (por ejemplo el consumo de energía, de agua, etc.), y cuánto se conoce de las necesidades de los usuarios. Esto permite verificar si los procesos de diseño y los procesos de construcción han sido los adecuados.

#### **2.1.4.2. RECOMENDACIONES DEL LEAN CONSTRUCTION INSTITUTE**

- **Organizarse en equipos multidisciplinarios**

El LCI respecto a la fase de diseño recomienda organizarse en equipos multidisciplinarios, y es de vital importancia señalar el concepto de equipo y diferenciarlo del concepto de grupo, el fin del diseño es responder a una solución en su totalidad y debido a eso se requiere de un equipo que responda ante el logro de un objetivo en vez de darle el enfoque tradicional de grupo en el que cada

miembro se responsabiliza de su trabajo en forma individual sin coordinarlo con el resto.

Una recomendación especial que hace el LCI es la de buscar la participación de los constructores en el diseño, a través de su opinión y experiencia, de esta forma se busca que el diseño considere la otra gran etapa de construcción del proyecto. Al no existir tal participación por parte del equipo de constructores se evidencia la clara separación entre una fase y la otra.

- **Seguir una estrategia basada en múltiples alternativas**

Sobre esto, el LCI propone desarrollar un abanico de opciones antes de tomar una decisión precipitada en el diseño, pues considera que el tiempo invertido en estudiar más opciones es menor que el tiempo que se gasta en corregir los errores producidos por tomar decisiones precipitadas.

El Diseño "lean", tal como se mencionó, busca que se estudien más opciones de diseño de tal forma que esto genere ideas innovadoras u opciones que puedan agregar valor al producto, como una opción de innovación para agregar valor, la aplicación de la constructabilidad es un concepto fundamental en el desarrollo de un diseño eficiente.

- **Diseñar no solo el producto sino incluir el proceso**

El LCI propone que el diseño del proceso y del producto se desarrollen de manera paralela e iterativa, por ejemplo que el diseño de los planos estructurales (diseño del producto) vaya de acuerdo con los frentes de trabajo que se piensan realizar (diseño del proceso). Nuevamente el concepto de constructabilidad tiene vital importancia, de esta manera se realizan diseños construibles y más económicos.

Esta recomendación libera al diseñador de consultas del constructor sobre cómo realizar un determinado proceso, así mismo los riesgos implícitos que esto puede generar durante la construcción como la evaluación de alternativas ante la imposibilidad constructiva de un diseño o el tiempo de demora en la respuesta lo cual limita el flujo productivo de la construcción.

- **Minimizar las iteraciones negativas**

Los re-trabajos en el diseño, llamados también iteraciones negativas, no se consideran pérdidas si estos agregan valor al producto. Estas iteraciones negativas por lo general se producen debido a descoordinaciones entre los especialistas e involucrados en el proyecto, generándose unos lazos de comunicación cada vez que se relacionan unos con otros.

Estos lazos de comunicación entre involucrados tienen mayor posibilidad de convertirse en iteraciones negativas en cuanto el grupo de trabajo sea más numeroso.

Como consecuencia de estas iteraciones negativas surgen los errores en los planos, lo que demanda hacer modificaciones y por ende se requiere de más tiempo para entregar los planos definitivos. Es natural suponer que estas modificaciones son superadas antes de empezar la obra, sin embargo a pesar de las modificaciones realizadas en el diseño, los problemas continúan durante la construcción, es decir hay una falta de control de calidad de los procedimientos y cambios realizados en el diseño del proyecto.

- **Usar el sistema del último planificador para el control de la producción**

Este sistema que se describe brevemente en el capítulo anterior se recomienda para llevar el control de las actividades planeadas y realizadas en la fase de diseño. El carecer de un sistema de control para las actividades de diseño, permite que durante el desarrollo de la obra se encuentren problemas que pudieron resolverse antes. Así, encontramos que casi todos los proyectos de construcción tienen el problema de compatibilización de planos.

- **Usar tecnologías que faciliten el diseño lean**

El LCI propone el uso de modelos en 3D y 4D para mejorar el diseño del proceso y producto, además si se quiere mejorar la fase de diseño no solo bastaría

con saber la importancia de ésta sino también será necesario conocer las bondades y limitaciones de las tecnologías que ayuden a hacer más eficiente esta fase. Otra tecnología que favorece una mejor coordinación entre los involucrados en el diseño del proyecto es el uso de una Intranet, que permitiría una mayor eficiencia en la comunicación y de esta forma disminuir el grado de incompatibilidad de planos y de iteraciones negativa.

## **CAPÍTULO III: ANÁLISIS DEL PROYECTO Y PROPUESTA DE MEJORA**

### **3.1. DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROYECTO Y SUS COMPONENTES**

Para el presente informe se ha elaborado tomando como base el proyecto denominado “Edificio Víctor Andrés Belaunde”

#### **3.1.1. UBICACIÓN**

La zona de la obra se ubica en el distrito de San Isidro, provincia de Lima y entre las esquinas de la Av. Víctor Andrés Belaunde y la Av. Las Palmeras, además cuenta con 3 fachadas que dan hacia la Av. Belaunde, Av. Las Palmeras y Av. Basadre. El plano que muestra la ubicación del proyecto, figura como el anexo N°1 del presente informe.

El proyecto se levantó sobre un terreno de 2226.52 m<sup>2</sup> y antes de comenzar con la construcción, este se encontraba totalmente saneado

#### **3.1.2. CARACTERÍSTICAS DEL PROYECTO**

El edificio cuenta con 7 pisos destinados al alquiler de oficinas, 5 sótanos para estacionamientos, además de un nivel más bajo destinado a cuarto de bombas, el nivel más alto lo conforma la sala de máquinas de los ascensores.

La estructura se conforma de muros de concreto armado de  $f'c$  de 280 Kg/cm<sup>2</sup> y columnas de  $f'c$  de 600 Kg/cm<sup>2</sup>, 420 Kg/cm<sup>2</sup> y 350 Kg/cm<sup>2</sup> desde los niveles más bajos hacia los niveles más altos respectivamente y se encuentran unidas por un diafragma constituido por una losa y vigas de concreto postensado de  $f'c$  de 350 Kg/cm<sup>2</sup>.

Todas las fachadas del edificio están formada por una estructura de muro cortina, con una combinación de PAC (panel de aluminio compuesto), los acabados interiores en la zona de áreas comunes (hall de ingreso principal y hall de ascensores de todos los niveles) están conformados por pisos de mármol y granito, y los muros revestidos de mármol, granito, acero inoxidable y cristal templado.



El servicio de energía eléctrica contratado para el edificio es en media tensión a 22.9 KV, para esto se cuenta con una subestación eléctrica con 2 transformadores secos a 220V para los servicios básicos y a 440V para los equipos del edificio.

En lo referente al equipamiento del edificio, este cuenta con los siguientes sistemas:

- **Sistema de agua potable**, conformado por dos cisternas alimentadas desde la acometida de la calle para luego impulsar el agua al edificio mediante un sistema de 3 bombas de presión constante y controladas mediante un variador de frecuencia.
- **Sistema de desagüe**, el cual evacua la descarga de los inodoros de las oficinas por gravedad hacia el colector de la calle y 3 cámaras de bombeo ubicadas en la parte más baja del edificio a fin de evacuar la descarga de los baños de los sótanos y del sistema de riego de los jardines y jardineras del edificio, cada una de estas 3 cámaras cuentan con 2 bombas sumergibles alternadas.
- **Planta de tratamiento de aguas grises**, en esta se tratan las descargas provenientes de lavaderos y de drenajes pluviales a fin de reutilizarse para el agua de los inodoros de las oficinas y para el riego de áreas verdes del edificio.
- **Sistema de Agua contra incendio**, formado por 2 Cisternas de agua contra incendios, sistema de rociadores y mangueras los cuales son impulsados por una bomba jockey y una motobomba, la primera se encarga de compensar pérdidas pequeñas de presión ante un amago pequeño de incendio y la motobomba se acciona en forma automática en caso de una emergencia mayor.
- **Sistema de extracción de monóxidos y administración de humos**, el cual consta de 2 dâmperes de extracción ubicados en cada nivel de sótano y en el cual el aire es extraído por 3 equipos de extracción controlados con variador de frecuencia y que se ubican en el sótano 5 y sótano 2, estos se complementan con detectores de humo y detectores de monóxido que activan estos sistemas de emergencia.
- **Sistema de presurización de escaleras**, ya que el edificio cuenta en los sótanos con 2 escaleras de evacuación y en los pisos superiores se tienen 3 escaleras de

evacuación directa hacia la calle, se optó por que estas tuvieran protección de fuego de 2 horas y se complementan con un sistema de presurización, con inyector de aire ubicados en la azotea los cuales cuentan con un variador de frecuencia y este sistema se encuentra enlazado a los otros sistemas de emergencia del edificio para poder activarse en conjunto con estos.

- **Sistema de Aire acondicionado o climatización**, mediante el uso de agua helada, este sistema está formado por una torre de enfriamiento de agua, 2 chillers, bombas primarias, bombas secundarias, bombas de condensación y ablandador de agua los cuales se ubican en la azotea y dirigen el agua helada mediante tuberías de acero forradas con protectores térmicos hacia las oficinas y al ingreso a estas se ubica un medidor de caudal.
- **Transporte vertical de pasajeros**, conformados por ascensores que recorren el edificio del piso 7 al sótano 5, estos son 4 y además un ascensor especial de discapacitados que comunica el piso 1 con una sala de usos múltiples ubicada en el sótano 1.
- **Grupo electrógeno**, el cual sirve como sistema de respaldo ante un corte de energía eléctrica, este alimenta únicamente sistemas indispensables del edificio como alumbrado, sistemas de emergencia y ascensores.
- **Energía estabilizada mediante UPS**, el cual protege los sistemas electrónicos y de comunicaciones del edificio ante picos de corriente y fluctuaciones eléctricas que son perjudiciales para estos sistemas electrónicos.

Todos estos sistemas se encuentran automatizados e integrados, además son monitoreados desde un cuarto de control central del edificio

### 3.1.3. CONTEXTO DEL PROYECTO

Para la gestión de este proyecto, el propietario contrato los servicios de la Gerencia del proyecto para que esta se encargue de representarlo y en base a sus necesidades, se dirija el proyecto en la forma que le resulte más conveniente.

### 3.1.3.1. LA GERENCIA DEL PROYECTO

La gerencia de proyecto o simplemente la gerencia, será la responsable de la planificación del proyecto, encaminar los esfuerzos de gestión a fin de lograr un proyecto exitoso e integrar todos los campos relacionados al proyecto a fin de dirigirlos.

A continuación podemos listar funciones más específicas de la gerencia:

- Integrar todos los procesos relacionados a la gestión del proyecto.
- Gestionar a los interesados del proyecto.
- La identificación clara y formal de los requisitos del cliente a fin de convertirlos en objetivos del proyecto.
- En base a los requisitos del cliente definir en términos generales las características del proyecto.
- Encargar los estudios pertinentes y necesarios para el desarrollo del proyecto.
- Realizar la selección de los especialistas que se harán cargo del diseño del proyecto y de su refinamiento.
- Hacerse cargo de los trámites requeridos por las entidades reguladoras del proyecto, por ejemplo la municipalidad y el ministerio de medio ambiente.
- Tramitar la factibilidad de los servicios eléctricos y sanitarios a los concesionarios de estos servicios, para este caso Sedapal y Luz del sur.
- Compatibilización final e integración de la ingeniería del proyecto.
- Selección de la modalidad de la ejecución de la obra y de los tipos de contratos.
- Elaborar las bases y términos de referencia de los contratos necesarios para la ejecución de la obra.
- Selección del contratista o contratistas a cargo de la obra.
- Selección del equipo de supervisión de la obra.
- Monitoreo y control del proyecto en la fase de ejecución.
- Mantener un sistema integrado de cambios durante la ejecución de la obra.
- Representar al cliente y servir de intermediario con los contratistas.
- Validar o denegar los cambios propuestos al proyecto en coordinación con el cliente.
- Cerrar los contratos del proyecto y hacer el cierre administrativo del mismo.
- Gestionar la aprobación final del cliente al proyecto terminado.

### 3.1.3.2. EL CLIENTE Y USUARIOS FINALES

A fin de comprender mejor al principal involucrado en el proyecto, se debe identificar claramente quien es el cliente y quien o quienes son los usuarios finales del proyecto. Esto nos ayudará a comprender mejor el comportamiento del cliente, a definir cuál es su nivel de participación en el proyecto y a la vez visualizar de forma más clara cuales son los objetivos que persigue con el desarrollo del presente proyecto.

El cliente es una empresa cuyo negocio central o “core bussines” es el alquiler de locales comerciales y oficinas, por ende la administración de estos locales y edificios la hace ella misma, entonces como consecuencia de esto podría decirse que existen 2 usuarios finales del proyecto: La administración del edificio (área de operaciones del cliente) quien se encargará de administrar las áreas comunes del edificio y los locatarios o arrendatarios quienes alquilarán y ocuparán los espacios arrendables.

### 3.1.4. JUSTIFICACIÓN DE LA DECISIÓN DE REALIZAR UN PROYECTO EN MODALIDAD DE FAST TRACK

Como una de las primeras decisiones a tomar para el desarrollo del proyecto, está la de elegir la modalidad de ejecución: la primera, conocida como “Fast Track” llamada así debido que se inicia la construcción sin el diseño de ingeniería final completo, es decir la fase de diseño se traslapa con la construcción y la segunda modalidad conocida como “Slow Down” o diseño y construcción en forma secuencial. Esta decisión por lo general no le compete a la Gerencia del proyecto, quien solo puede realizar sugerencias en esta instancia, sino que esta es una decisión que la toma el cliente y basa su decisión en el análisis de los flujos de efectivo del negocio.

Se debe recordar que desde el punto de vista del cliente existirán dos fases durante el ciclo de vida del negocio: Inversión en Desarrollo del proyecto inmobiliario y Operación (incluyendo mantenimiento) del proyecto desarrollado. Así notamos que es en esta segunda fase en la que el cliente percibirá sus ingresos y el retorno de la inversión realizada.

Resulta importante para el cliente o propietario de la obra que se realice una estimación del costo al inicio del proyecto de manera que se pueda justificar la viabilidad económica del mismo. Para realizar una estimación más precisa, se requiere tener una idea inicial de cuáles serán las áreas rentables y del edificio construido. En el siguiente cuadro se muestran las áreas aproximadas de las que dispondría el proyecto finalizado y fue elaborado en base a: el área del terreno, a los parámetros urbanísticos de la zona que solo permiten construir 7 pisos, al área destinada a estacionamientos, depósitos y áreas comunes indicadas en la normativa local y nacional vigente, así como en la experiencia de proyectos anteriores.

**Cuadro N°2: Distribución de áreas estimadas del proyecto**

<b>Cuarto de máquinas (m<sup>2</sup>)</b>		
Área de terreno (m <sup>2</sup> )	2,226.45	
<b>Área Arrendable (m<sup>2</sup>)</b>	<b>8,715.12</b>	
<b>Local Comercial (m<sup>2</sup>)</b>	<b>0.00</b>	
Locales comerciales (m <sup>2</sup> )	0.00	
Restaurantes (m <sup>2</sup> )	0.00	
<b>Oficinas (m<sup>2</sup>)</b>	<b>8,183.17</b>	
Ancla (m <sup>2</sup> )	0.00	0%
Otros (m <sup>2</sup> )	8,183.17	100%
<b>Depósitos (m<sup>2</sup>)</b>	<b>531.95</b>	
<b>Estacionamientos (unidades)</b>	<b>262</b>	<b>33.26</b>
Retail	0	
Locales comerciales	0	20.00
Restaurantes	0	20.00
Oficinas	262	
Ancla	0	
Otros	262	
<b>Área Construida (m<sup>2</sup>)</b>	<b>20,842.83</b>	
Área sobre cota cero (m <sup>2</sup> )	9,495.62	
Sótanos (m <sup>2</sup> )	11,037.97	
Azotea (m <sup>2</sup> )	258.49	
Cuarto de máquinas (m <sup>2</sup> )	50.75	

FUENTE: ELABORACIÓN DEL AUTOR

Con una estimación de las áreas a arrendar se requiere saber cuál sería la inversión total a realizar, en esto resultan de gran ayuda los datos que el gerente

del proyecto pueda aportar en base a gestiones de proyectos anteriores y en base a la misma información histórica generada por el cliente, si es que en caso disponga de ella. En el siguiente cuadro se muestra una estimación de los costos de inversión en el presente proyecto. Cabe precisar que estos cuadros se elaboraron durante los estudios de pre factibilidad del proyecto.

**Cuadro N° 3: Inversión en el desarrollo del proyecto**

<b>Inversión en Desarrollo del Proyecto</b>				
<b>Inversión Inicial</b>	<b>Ratio</b>	<b>Costo</b>		<b>IGV</b>
Valor de compra terreno (US\$)	2,995.00	6,668,218	0%	0
Impuesto de Alcabala (US\$)	3.00%	200,047	0%	0
Gastos legales y notariales (US\$)	0.50%	33,341	19%	6,335
<b>Inversión Inicial (US\$)</b>		<b>6,901,605</b>		<b>6,335</b>
<b>Costo Directo</b>	<b>Ratio</b>	<b>Costo</b>		<b>IGV</b>
<b>Costo Directo (US\$)</b>	<b>540.00</b>	<b>11,255,128</b>	<b>14.5%</b>	<b>1,631,994</b>
<b>Costos Indirectos</b>	<b>Ratio</b>	<b>Costo</b>		<b>IGV</b>
Proyecto (US\$)	3.25%	365,792	19.0%	69,500
Licencias (US\$)	0.75%	84,413	0.0%	0
Pre-construcción (US\$)	0.10%	11,255	19.0%	2,138
Post-construcción (US\$)	0.10%	11,255	19.0%	2,138
Demolición (US\$)	0.25%	28,138	19.0%	5,346
Gerencia / Supervisión (US\$)	5.00%	562,756	19.0%	106,924
Administrativos y legales (US\$)	1.00%	112,551	19.0%	21,385
Servicios públicos (US\$)	0.10%	11,255	19.0%	2,138
Contingencias (US\$)	1.00%	112,551	19.0%	21,385
<b>Costos Indirectos (US\$)</b>	<b>62.37</b>	<b>1,299,967</b>		<b>230,955</b>
<b>Inversión Total</b>	<b>Ratio</b>	<b>Costo</b>		<b>IGV</b>
<b>Desarrollo del Proyecto (US\$)</b>	<b>602.37</b>	<b>12,555,096</b>		<b>1,862,949</b>
<b>Inversión Total (US\$)</b>	<b>933.50</b>	<b>19,456,701</b>		<b>1,869,284</b>

**FUENTE: ELABORACIÓN DEL AUTOR**

Con la ayuda de los cuadros anteriores, se ha podido hacer una estimación inicial de la inversión que implicaría el proyecto, para poder determinar si el proyecto planteado de esta manera sería rentable para el cliente debería poder compararse el ingreso que recibirá el cliente, el cual se conforma del alquiler de espacios, versus la estimación de la inversión sumada a los costos de operación y mantenimiento.

En el cuadro siguiente se muestra los costos de operación y mantenimiento del edificio, en este cuadro el costo anual de mantenimiento se visualiza como CAM

y se puede ver el ítem de CAPEX, el cual se refiere a inversiones de capital que crean o aumentan la base del activo o la propiedad en este caso. Las siglas NOI significan ingreso operativo neto al final del ciclo de vida del negocio (edificio). El valor de rescate viene a ser el valor de la propiedad luego de pasar por un periodo de depreciación y es el valor por el que se mantendrá la propiedad al final del ciclo de vida del negocio.

**Cuadro N° 4: Gastos de Operación del proyecto**

Supuestos Relacionados a la Propiedad				
Gastos Relacionados a la Propiedad				
CAM (US\$)	2.75	23,967	19.0%	4,554
Priima de seguro anual (US\$)	0.2%	25,110	19.0%	4,771
Impuesto Predial anual (US\$)	0.5%	97,284	0.0%	0
Arbitrios municipales anual (US\$)	0.6%	116,740	0.0%	0
Depreciación anual (US\$)	5.0%	627,755		
Depreciación CAPEX - Año 10 (US\$)	5.0%	14,660		
CAPEX anual (US\$)	10.0% sobre ingresos por rentas			
Gastos Extraordinarios				
Comisión de arriendo (US\$)	3.0%	flujo con	12.0%	50%
Valor de Rescate				
NOI Año 20 (US\$)		3,621,416		
Valor de rescate (US\$)	10.0%	36,214,161	sobre NOI año 20	

**FUENTE: ELABORACIÓN DEL AUTOR**

Se hace necesario además, realizar algunos supuestos de los valores comerciales de alquiler de oficinas, depósitos y espacios para estacionamientos para poder estimar cuales serían los ingresos del cliente, se toma en cuenta que existe un porcentaje de vacancia, que representa el que en cualquier momento no todo el edificio podrá alquilarse. Estos datos se extrajeron de estudios de mercado realizados por el cliente en zonas aledañas a al proyecto y en otras de características similares. Los supuestos mencionados se muestran en el cuadro a continuación:

**Cuadro N° 5: Ingresos estimados durante la operación**

Supuestos Relacionados al Arrendamiento					
Tipo de Espacio / Año	Precio de Renta		Tasa de Vacancia		
	US\$ / m <sup>2</sup>	US\$ / mes	Año 1	Año 2 - 3	Año 4 - 20
<b>Local Comercial</b>	<b>0.00</b>	<b>0</b>	<b>0.0%</b>	<b>0.0%</b>	<b>0.0%</b>
Locales comerciales	0.00	0	0.0%	0.0%	0.0%
Restaurantes	0.00	0	0.0%	0.0%	0.0%
<b>Oficinas</b>	<b>18.50</b>	<b>151,389</b>	<b>10.0%</b>	<b>2.5%</b>	<b>2.5%</b>
Ancla	0.00	0	0.0%	0.0%	0.0%
Otros	18.50	151,389	10.0%	2.5%	2.5%
<b>Depósitos</b>	<b>12.00</b>	<b>6,383</b>	<b>10.0%</b>	<b>2.5%</b>	<b>2.5%</b>
<b>Estacionamientos</b>	<b>160.00</b>	<b>41,920</b>	<b>10.0%</b>	<b>2.5%</b>	<b>2.5%</b>
Retail	0.00	0	0.0%	0.0%	0.0%
Oficinas Amcla	0.00	0	0.0%	0.0%	0.0%
Oficinas otros	160.00	41,920	10.0%	2.5%	2.5%
<b>Signage</b>	<b>---</b>	<b>0</b>	<b>---</b>	<b>---</b>	<b>---</b>
<b>Renta Mensual (US\$)</b>	<b>22.91</b>	<b>199,692</b>	<b>9.4%</b>	<b>2.3%</b>	<b>2.3%</b>
Incremento de renta - Año 6	103% Factor de renovación				
IGV	19.0%				
Incremento de renta anual	2.5%				

FUENTE: ELABORACIÓN DEL AUTOR

Luego de analizar cuidadosamente las estimaciones de los costos de inversión y los ingresos para el cliente se puede ver el siguiente cuadro de resumen:

Cuadro N° 6: Resumen de estudio de factibilidad económica del proyecto

Resumen	
Área Arrendable (m <sup>2</sup> )	8,715
Local Comercial (m <sup>2</sup> )	0
Oficinas (m <sup>2</sup> )	8,183
Estacionamientos	262
Depósitos (m <sup>2</sup> )	532
Área Construida (m <sup>2</sup> )	20,843
Inversión Total (US\$)	19,456,701
Terreno (US\$)	6,901,605
Desarrollo (US\$)	12,555,096
Renta Potencial - Año 1 (US\$)	2,396,305
Renta Neta - Año 1 (US\$)	2,164,334
TIRe Bruta	12.8%
TIRe Neta	10.6%
TIRf Bruta	13.8%
TIRf Neta	11.6%

FUENTE: ELABORACIÓN DEL AUTOR



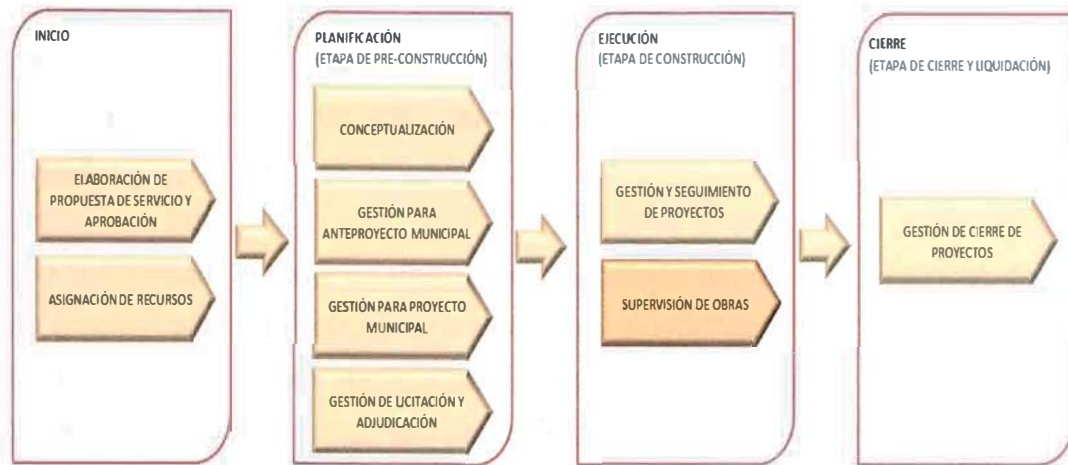
El cálculo de la TIR y de la renta anual neta, puede visualizarse elaborando el flujo de caja del negocio, durante el tiempo del ciclo de vida de la edificación que se estimó en 20 años. Para mayor detalle ver el Anexo N°2 “Flujo de Caja del Negocio”

Al realizar el análisis del flujo de caja puede verse que lo más conveniente para el cliente es comenzar a generar ingresos lo más pronto posible, de esta manera se reducirán los costos de financiamiento del proyecto, lo cual incurrirá directamente en la mejora de los indicadores VAN y TIR, además esto permitirá un menor tiempo en el retorno de la inversión, lo cual dará como consecuencia la posibilidad de reinvertir ese dinero a futuro.

Al analizar el flujo de caja del negocio del cliente, se puede apreciar que es una prioridad para este, la reducción de los tiempos de inversión, vale decir la reducción de los tiempos de construcción y diseño. Como primera medida para lograr este objetivo, el cliente opta por la modalidad de construcción “Fast Track” aun cuando al hacer esto incurra en ciertas incertidumbres presupuestales y de tiempos, así como de dificultades técnicas. Sin embargo esta medida no es la única que ayuda a reducir los tiempos de desarrollo del proyecto, sino que la adecuada gestión del diseño brindará lineamientos y reglas del juego para que el equipo de diseño realice un trabajo más eficiente y permitirá reducir el tiempo en esta fase tan delicada. Además una adecuada gestión de los permisos y licencias, las cuales están bajo responsabilidad de la gerencia del proyecto permitirá ganar tiempo valioso que generalmente se pierde en trámites y burocracia. Como última medida se busca que la construcción del proyecto sea un procesos más eficiente y continuo, sin paras ni demoras innecesarias, para esto se debe prestar atención al concepto de la constructabilidad que será el que permita mejorar en este aspecto.

### **3.1.5. DESCRIPCIÓN DE LOS PROCESOS DEL PROYECTO**

De forma general se muestra en el cuadro siguiente los procesos seguidos por la gerencia del proyecto.



**Figura N°7: Procesos de la Gerencia del proyecto**  
**FUENTE: ELABORACIÓN DEL AUTOR**

La modalidad para la ejecución del proyecto es la denominada “Construction Management” en la que no hay un solo contratista general sino que la Gerencia se encarga de contratar a varios contratistas y a cada uno en la modalidad que más le convenga al cliente, esto se hace debido a que las constructoras por lo general subcontratan a las contratistas especializadas en ciertos trabajos y por esta gestión cobran al cliente sus respectivos gastos generales y utilidades aplicados sobre el precio, incluso en algunos casos los precios se ven inflados por una sobre utilidad que sirve como contingencia al contratista general.

Se optó por esta modalidad de contratación debido a que los trabajos contratados directamente por el cliente (representada por la Gerencia) son en muchos casos muy especializados, los contratistas tienen una especie de monopolio y además porque el cliente tiene mejor poder sobre la negociación de precios que la contratista general.

### 3.1.5.1. CONCEPCIÓN DEL PROYECTO

Durante la concepción del proyecto se definió en conjunto con el cliente que el edificio fuera destinado a oficinas prime, debido a que se ubicaba en el centro empresarial de San Isidro y el costo del terreno era elevado, esta decisión se complementó con un estudio de mercado previamente realizado por el cliente y viene a ser la justificación del caso de negocio.

Esta decisión se refuerza por el hecho que el cliente es una empresa que maneja ese tipo de edificios, tiene experiencia en la administración de estos y se orienta a las necesidades de usuarios (empresas locatarias) con estándares bastante elevados.

Con la finalidad de darle un mayor valor agregado al producto, entonces se opta por emplear acabados de primera, tanto en el exterior como en las áreas comunes del edificio, además el servicio que ofrezca a sus locatarios debe cumplir una amplia gama de requerimientos posibles de estos en cuanto a equipamiento del edificio, el cual se describió en el acápite anterior.

Ya con los requisitos funcionales definidos, se procedió a definir otros requisitos no funcionales que pudieran agregarle más valor al producto. Partiendo del hecho que los posibles locatarios dentro de sus requisitos consideran el alquiler de oficinas ecológicas o que tengan bajo impacto ambiental, lo cual se origina de la tendencia actual de construir edificios ecológicos (green building), es que opta como un requisito adicional que el edificio cuente con certificación LEED (Leadership in Energy & Environmental Design) y de esta manera cumplir con las expectativas de los usuarios, la cual le da un valor agregado al producto final.

Finalmente en base a los estudios de mercado realizados por el cliente, el precio de alquiler asumido, los periodos de vacancia de las oficinas y usando como base la experiencia en el negocio de la gerencia de proyecto, se formuló un presupuesto inicial y se determinaron ciertos márgenes para el costo de cada etapa del proyecto. Ver anexo en el que se muestra el flujo de caja del negocio.

### **3.1.5.2. INGENIERÍA DEL PROYECTO**

Antes de comenzar con el desarrollo de la Ingeniería del proyecto, ya el cliente contaba con el terreno por lo que la gerencia no tuvo que hacerse cargo del saneamiento físico legal de este y con esto nos brindan los parámetros urbanísticos de la zona, esto aunado con que ya se cuentan con los requisitos definidos en base a las expectativas del cliente y de los usuarios finales, así como otros adicionales, tales como la certificación LEED, constituyen las principales entradas con las que se podía comenzar con el desarrollo de la ingeniería.

#### **Selección de especialistas**

En el mercado del diseño de nuestro medio se pueden encontrar diversas ofertas de diseñadores independientes, así como empresas de diseño.

En base a la experiencia de la Gerencia de proyecto, se planteó un concurso para escoger al Arquitecto del proyecto, para esto se convocó a un concurso entre un grupo de Arquitectos que se ajustaran con el perfil del tipo de edificio y que además los costos de su trabajo se encontraran dentro del presupuesto destinado a esta etapa.

Como una buena práctica de la gerencia de proyectos recomendada por el PMBOK, en todo momento de esta etapa se buscó que el cliente se involucrara en la selección del Arquitecto y de su aprobación final, así finalmente luego de presentar sus propuestas para el edificio mediante maquetas, es que se escoge un conocido estudio de Arquitectura.

Para la selección de los demás especialistas, como son: Estructural, Sanitario, Electricista, Mecánico, Seguridad y Evacuación; se debió seguir un proceso similar al anterior. Sin embargo con el afán de ganar tiempo y evitar hacer más largo este proceso de selección se negoció con el estudio de Arquitectura escogido para que ellos se encarguen de elaborar todo el diseño completo y sea el estudio de arquitectura quien se encargue de la selección de los demás especialistas.

La decisión de contratar a un único estudio de diseño se reforzó por el hecho que si todos los diseñadores eran contratados por un único estudio pues se verían en la necesidad de realizar un trabajo integrado y que de esta forma se encontrarían menos incompatibilidades en el proyecto, así además se tendría un equipo de trabajo colaborativo que responda ante los problemas en forma integral y no solo buscando resolver su tema a costa de otro especialista como suele suceder.

El diseño estructural del proyecto tuvo un tratamiento especial, debido a que se deseaba obtener un espacio de oficinas libre de las obstrucciones causadas por el peralte de las vigas y así también reducir unos centímetros la altura de entepiso, es que se decidió que la losa y las vigas fueran de concreto postensado. Los contratistas especializados en concreto postensado en nuestro país, para el caso de edificaciones ofrecen un mercado de posibilidades muy reducido y tiene como condicionante que solo se ofrece el servicio de diseño, suministro e

instalación de los elementos necesarios en el postensado. Debido a esta situación se optó porque el ingeniero estructural al que llamaremos “principal” realizara el diseño de todos los elementos verticales (portantes de la estructura), cimentaciones y cualquier estructura de concreto armado y albañilería; además se tendría un segundo diseñador estructural, únicamente de los elementos estructurales postensados, es decir: vigas, columnas y rampa de ingreso principal. Este mismo especialista de postensado sería un contratista del proyecto pero con la administración del contrato a cargo del contratista general, el cual recibiría un fee por concepto de administración del contrato.

### 3.1.5.3. LICITACIÓN Y CONTRATACIÓN DE LA EJECUCIÓN DEL PROYECTO

#### CONDICIONES DEL PROYECTO AL MOMENTO DE LA LICITACION

Con la finalidad de ganar tiempo y de desarrollar actividades en paralelo se optó por la modalidad de ejecución de “fast track” para este proyecto, en este caso el cliente propuso este sistema por haberse vuelto un estándar dentro de la industria de la construcción y con el afán de reducir al máximo el tiempo de ejecución y de esta manera obtener un ahorro en el costo financiero del proyecto, tratando de comenzar cuanto antes fuera posible el alquiler de las oficinas y así mejorar el flujo de caja, además mejorando el periodo de retorno de la inversión.

Se decidió comenzar la licitación para la construcción con los planos básicos o municipales de Arquitectura, Estructuras, y demás especialidades, sin embargo estos planos aun no contemplaban los detalles.

En el caso de la Arquitectura se decidió sacar a licitación el proyecto sólo con planos de planta, cortes, elevaciones, además de un cuadro de acabados incompleto. Como grandes pendientes se tenían los planos de paisajismo, detalles de todos los baños, detalles de algunos falsos techos, pisos y sin los detalles de la Sala de usos múltiples.

En el caso de Estructuras, debido a las alturas de entrepiso y con la finalidad de tener espacios con la interferencia mínima de elementos estructurales como vigas, tanto en sótanos como en pisos superiores se optó por emplear losas y vigas postensadas. Vale decir que el especialista estructural inicial hizo el diseño de los elementos portantes o verticales y otra empresa hizo el diseño del postensado.

Para la licitación se entregó como referencia un plano base desarrollado por el primer diseñador estructural, el cual sería refinado en su momento por el especialista en postensado.

En el caso de las instalaciones se tenía desarrollada la ingeniería básica de estas, sin embargo habían algunos detalles por definir ya que el proceso de diseño de las instalaciones se veía influenciado por la certificación LEED que debía obtener el edificio. Por este motivo se tenían claros los equipos a usar pero en muchos casos las características completas de estos no estaban definidas.

Otro aspecto de resaltar en este proyecto, es la decisión de utilizar las herramientas BIM para la compatibilización de las diferentes especialidades, en este caso en particular se contrató a un consultor en modelamiento en el software Revit para hallar las interferencias e incompatibilidades entre todas las especialidades del proyecto. El costo de este servicio fue de 14,600 dólares, tomando en cuenta que el estimado del desarrollo del proyecto es de 12'255,000.00 dólares, esto significa una inversión del 0.10% del costo del desarrollo del proyecto.

## **PROCESO DE LICITACIÓN**

Con esta ingeniería incompleta se elaboraron los términos de referencia para el concurso, sin embargo como es usual en esta etapa, se tuvieron varias rondas de consultas y para poder absolver estas se fue refinando un poco más el proyecto, cabe mencionar que para el periodo de absolución de consultas se solicitó a los diseñadores que se dediquen íntegramente a este proyecto.

Finalmente se tuvo una propuesta ganadora, sin embargo la propuesta económica de esta solo estaba acorde con los documentos de diseño que se tenían hasta ese momento y además en esta se había asumido gran cantidad de información, en el afán por tener un alcance claro y definido de los trabajos a ejecutarse es que la contratista presenta un presupuesto con muchas notas de lo que no estaba considerado en el mismo.

Al momento de negociar el contrato de construcción con la contratista que presento la propuesta ganadora, se reparó en que habían muchos vacíos en cuanto a equipamiento y tomando en cuenta que el contrato elegido sería a suma alzada, entonces se decidió retirar del alcance de la contratista general varios trabajos de mediana incidencia en el presupuesto total.

Es así que se decide dejar el modelo de tener un solo contratista general por varios contratistas trabajando en coordinación, vale la pena mencionar que antes de tomar esta decisión ya se había contratado al equipo de Supervisión de la obra.

En el siguiente gráfico se muestra el flujograma para la selección de los contratistas:

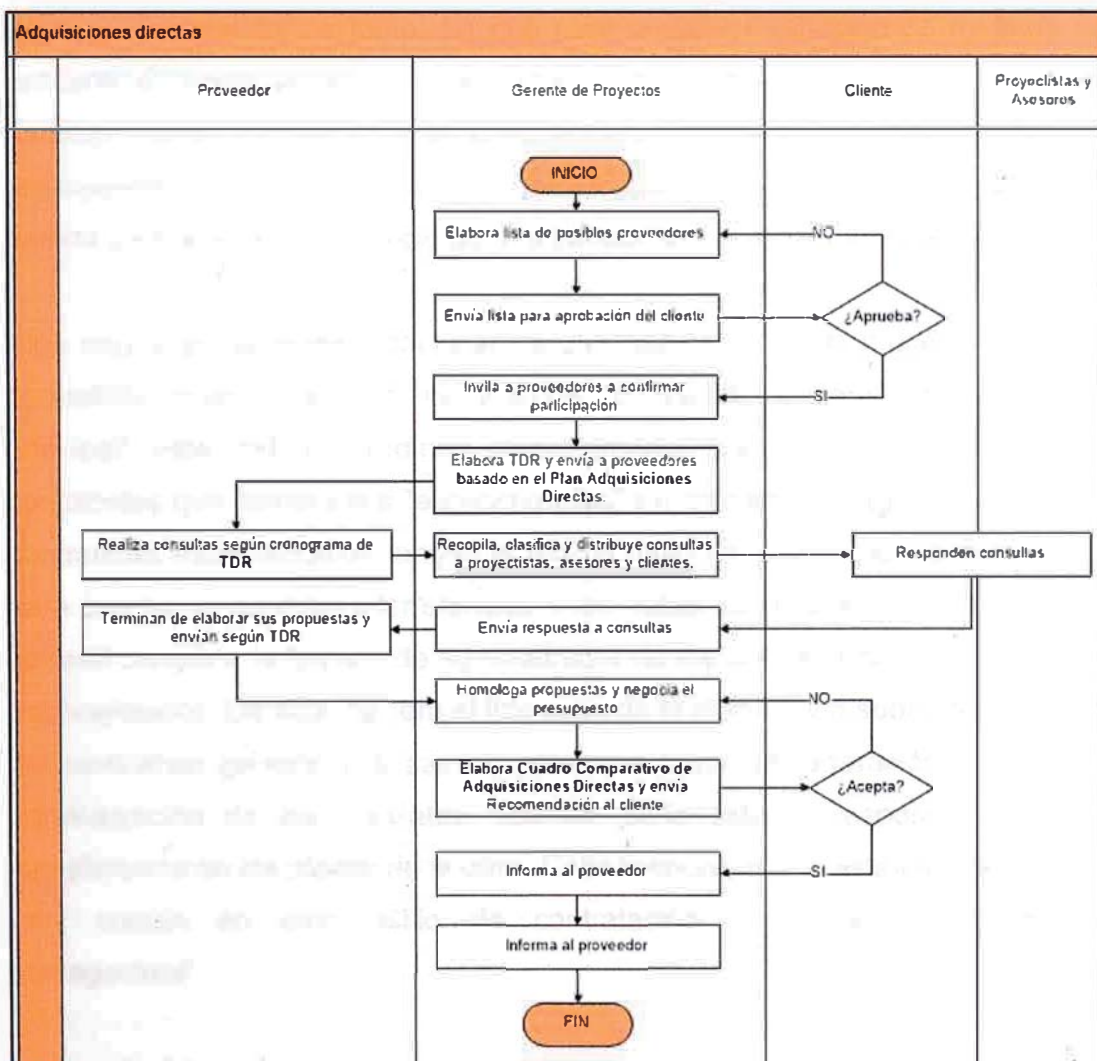


Figura N°8: Flujograma de selección de contratistas

## CONTRATACIÓN DE LA EJECUCIÓN DEL PROYECTO

Como conclusión del proceso de contratación del proyecto, las partidas asignadas a diferentes contratistas se definieron de la siguiente manera:

- Construcción de la estructura del edificio y acabados, Contratista “general” o mayoritario.
- Suministro e Instalación de Muro cortina.
- Suministro e Instalación de Ascensores.
- Suministro e instalación de sistema de media tensión, incluyendo subestación eléctrica.
- Suministro e instalación de Grupo Electrónico
- Suministro e instalación de Iluminación exterior.

Finalmente se opta por hacer contratos de suma alzada para cada uno de estos trabajos, en este se contemplaba que para cualquier variación de metrado se aplicaría el precio unitario del presupuesto base, además en caso existieran partidas nuevas se usaría los análisis de precios unitarios de otras partidas del presupuesto como base de referencia para el cálculo de los precios de esta nueva partida o en su defecto el precio de otra partida de la misma naturaleza.

Algo muy importante de mencionar es que debido a que el proyecto tenía un contratista mayoritario que llamaremos “contratista general” o “contratista principal” este debía coordinar continuamente los trabajos con los otros contratistas que llamaremos “especializados” sin embargo para lograr que estos contratistas especializados tengan el mismo ritmo de avance que la obra civil y para que no se generen interferencias entre estos, se decidió que el contratista general cumpliría la función de administrador de los contratos de los contratistas especializados. De esta manera el liderazgo de la obra recaía sobre los hombros del contratista general y a cambio obtendría como remuneración un fee por administración de los contratos, además sería esta la responsable por el cumplimiento de los plazos de la obra. Cabe mencionar que esta es una práctica muy común en este estilo de contratación denominado “Construction Management”

### 3.1.5.4. EJECUCIÓN DE LA OBRA



Para la ejecución de la obra se distinguió a un “Contratista principal” que estaría a cargo de la construcción de la estructura, acabados, instalaciones en general excepto las mencionadas líneas arriba.

Debido a que el cliente tendría a su cargo la contratación de determinadas partidas de la obra y estas deberían programarse en base al cronograma de la contratista principal, es que se acordó en el contrato que el contratista principal debería respetar hitos durante la construcción, de manera que cualquier retraso que se pudiera originar no repercuta en la realización de las otras partidas, ni extienda el plazo de la obra.

Es en esta fase del proyecto donde se materializará lo planteado en el diseño, sin embargo también saldrán a flote distintos problemas producidos durante la fase de diseño y planeamiento del proyecto. En esta fase del proyecto, la función de la Gerencia será la de monitorear y tomar acciones correctivas en cuanto a los cambios que se puedan ir presentando en el proyecto, así mismo la de hacer seguimiento a los desembolsos de pagos efectuados por el cliente.

En vista de que este proyecto no se ha licitado con todo el diseño completo, entonces una de las funciones principales de la gerencia del proyecto es la de gestionar el diseño faltante en el proyecto y trabajar directamente con la Supervisión de la obra a fin de que no se produzcan retrasos en los tiempos de entrega pactadas con la contratista principal.

Un punto muy importante a mencionar durante la construcción es el tema de las relaciones vecinales, debido a que los vecinos conforman un grupo de interesados en el proyecto que puede estar en contra de este, estar a favor o permanecer indiferente y además tomando en cuenta la zona donde se ubica el proyecto, los vecinos pueden tener un rol protagónico, es necesario que la gerencia del proyecto se encargue de monitorear la relación que se forma entre el proyecto y los vecinos de la obra.

### **3.1.5.5.LIQUIDACIÓN Y CIERRE DE OBRA**

En esta fase, es función de la gerencia verificar que se hayan cumplido con todos los compromisos contractuales por los diferentes contratistas y así mismo validar los montos finales a pagarse a cada uno de estos como contraprestación a sus servicios.

La gerencia del proyecto debe asegurarse que todos los contratos hayan sido cerrados correctamente y no dar lugar a vacíos que puedan generar posibles reclamaciones posteriores, adicionalmente debe asegurar la entrega de la documentación requerida por el cliente para la entrega definitiva de la obra.

Otra función importante de la gerencia del proyecto es la de realizar los trámites correspondientes para la obtención de la revisión de INDECI, obtener la conformidad de obra y finalmente la declaratoria de fábrica.

## **3.2. IDENTIFICACIÓN DE PÉRDIDAS DURANTE LA CONSTRUCCIÓN**

### **3.2.1. CONCEPTOS PREVIOS**

Antes de comenzar con en análisis de las pérdidas que se han detectado durante la construcción del proyecto, es necesario hacer algunas definiciones de algunos conceptos relacionados a la gestión de la obra que se usan en este informe:

**Pérdida:** Se define como perdida a todo aquello que no agrega valor ya sea al producto o al proceso y para los fines de este informe, lo que no agrega valor para el cliente o el usuario final.

**Cambios:** Se denominara cambio a cualquier alteración al alcance del proyecto contractual, estos cambios pueden tener impactos en el costo, en el plazo, en la calidad de la obra e incluso en los riesgos de la misma.

**Requerimiento de Información:** Es cualquier consulta realizada por alguno de los contratistas en la que se solicita información necesaria para poder cumplir con los alcances del proyecto. También es conocido comúnmente como RFI, por las siglas en ingles de "Request for information"

**Adicional/Deductivo:** Como consecuencia de algún cambio que se pueda generar en el alcance contractual del proyecto, se pueden producir incrementos de o decrementos de costos, a estos se les denomina Adicional o deductivo según corresponda.

**Ampliación de plazo:** Se denomina así a al cambio que sufra el cronograma de la obra como consecuencia de algún cambio en el proyecto.

**Submittal:** Documento mediante el cual un contratista solicita la aprobación del cliente de algún material o procedimiento durante la construcción.

**Transmittal:** Documento mediante el cual el cliente hace entrega de información técnica complementaria a los alcances por ejecutar de algún contratista.

**Observación:** Incumplimiento de una especificación o procedimiento aprobado por la Supervisión y que requiere de acciones correctivas inmediatas.

**No conformidad:** Incumplimiento de una especificación o procedimiento aprobado por la Supervisión y que afecta al producto final.

Todos estos conceptos antes mencionados están relacionados de alguna u otra manera a una pérdida para el cliente, ya sea porque impactan en alguno de los objetivos del proyecto o porque la naturaleza del mismo documento tiene un riesgo potencial de producir una pérdida si se gestiona de una manera inadecuada. En las siguientes líneas se explicara detalladamente el por qué estos conceptos están ligados al concepto de pérdidas.

### **3.2.1.1.PRINCIPALES PÉRDIDAS EN PROYECTOS SIMILARES**

En base a la experiencia vista en otros proyectos, procedemos a listar las pérdidas más comunes en este tipo de proyectos, para el siguiente listado se ha hecho una consulta a modo de encuesta a los maestros de obra e ingenieros participantes de este proyecto y algunos otros, vale decir que en base a la experiencia propia y a la recopilada de estos profesionales se reconocen típicamente las siguientes pérdidas:

- Indefiniciones y omisiones del proyecto.
- Incompatibilidades del proyecto.
- Implementación de cambios en forma tardía.
- Paralizaciones en el flujo de trabajo de la obra.
- Afectaciones a terceros, por lo general a los vecinos.
- Paralizaciones de obra por incumplimiento de normas locales y/o nacionales.
- Demoras en la construcción por mal manejo del flujo de la información.
- Paras en los trabajos por demoras en la toma de decisiones por parte del cliente.
- Paras en los trabajos por demoras en la respuesta de los proyectistas.
- Sobrecostos en reparaciones y mejoras al proyecto no identificadas durante la fase de diseño.
- Indefinición de alcances en los contratos de los contratistas.
- Condiciones inadecuadas de algún contrato con los contratistas.
- Verificación de supuestos que no son ciertos, como vicios ocultos.
- Errores en los estudios preliminares al diseño del proyecto.
- La aparición de un caso fortuito o de fuerza mayor.
- Incumplimiento en los compromisos contractuales de algún contratista o proveedor.
- Reclamaciones de parte de los contratistas
- Pagos por conceptos ajenos al proceso constructivos, pago de coimas y por extorsión.
- Accidentes producidos como consecuencia de una mala gestión de la seguridad o de la inacción en esta gestión.

### **3.2.1.2.IMPACTO DE LAS PÉRDIDAS EN LOS OBJETIVOS DEL PROYECTO**

Las pérdidas desde el punto de vista del cliente será todo aquello que no genera valor al producto, es decir que genere un sobrecosto que no añada beneficios o lo que por el contrario resta valor al producto final y cause incomodidad al usuario final.

Vale decir, que desde este punto de vista, toda pérdida se traduce en una pérdida económica y esta pérdida económica se dará para el cliente si se impacta en forma negativa a cualquiera de los objetivos del proyecto como son:

- **Costo:** Cualquier sobre costo innecesario, ya sea producto de una mala gestión o que incluso pudo ser previsible genera una pérdida y estos por lo general se producen como producto de cambios que se realicen al proyecto.
  
- **Tiempo:** Cualquier demora en el proyecto, ya sea por causas imputables a los contratistas o propias del cliente o por demoras en el diseño provocara que el plazo de inversión se extienda y con lo cual el flujo de caja del negocio del cliente se verá afectado, así cualquier demora hasta la finalización de la construcción del proyecto se convierte en una pérdida económica.
  
- **Calidad:** La mala calidad ya sea del diseño o de la construcción se traducirá en tener que realizar reparaciones y correcciones a estos inconvenientes, lo cual genera un costo no previsto y aunque sea responsabilidad del contratista provoca un desgaste de las relaciones con el contratista y una sensación de incomodidad en ambas partes como producto de los reclamos que se realicen, finalmente causando la poca colaboración de él que puede ser un aliado clave en el desarrollo de un futuro proyecto.
  
- **Satisfacción del cliente y usuarios:** En caso de no alcanzarse a cubrir las expectativas del cliente o de los usuarios finales del proyecto, esto se traduce en una serie de correcciones y mejoras a la obra terminada, esto para el cliente genera un sobre costo que no se había previsto. De igual modo si el usuario no se siente satisfecho con el ambiente alquilado, entonces buscara rentar otro espacio que le resulte más cómodo, lo cual puede generar un porcentaje mayor de vacancia al estimado al inicio del proyecto o en la mala reputación del cliente como arrendador de espacios. Al final estas se traducen en una pérdida económica directamente para el cliente.
  
- **Seguridad:** Se menciona este tema como un objetivo del proyecto ya que de nada serviría cumplir con los demás objetivos anteriores y tener una gran cantidad de accidentes que generen una mala reputación a la

empresa del cliente, esto ocasionaría un serio problema en la confiabilidad de la empresa para con los usuarios finales, ya que denota un claro desdén por el bienestar de sus propios trabajadores y por ende genera la imagen de una empresa que solo vela por sus intereses económicos, la cual no le da importancia al valor que puede generar para la sociedad. A esto se suma que es muy improbable materializar un proyecto de construcción con la ocurrencia de accidentes graves ya que esto demuestra que no se está cumpliendo con la normativa legal. Desde el punto de vista económico impacta negativamente en el flujo de ventas o alquiler del proyecto.

### **3.2.1.3.ORIGEN DE LAS PÉRDIDAS DURANTE LA CONSTRUCCIÓN**

Como hemos visto líneas arriba, las pérdidas que se producen en los proyectos pueden producir impactos en varios de los objetivos del proyecto, siendo los más resaltantes las que impactan en el costo y en el plazo de la obra, este último finalmente significara un impacto en el costo.

Los sobrecostos y variaciones al presupuesto de un contratista en específico se denominan adicionales/deductivos y estos se originan a partir de la aprobación de una solicitud de cambio, y estas solicitudes de cambio se pueden generar a partir de consultas realizadas por el contratista, es decir un RFI, o por la sugerencia de algún stakeholder del proyecto, como puede ser la gerencia del proyecto, la supervisión de la obra, algún proyectista, el mismo cliente, por una disposición normativa e inclusive a solicitud de cualquier interesado en el proyecto. Todas estas fuentes de solicitudes de cambio deberán ser evaluadas por la gerencia del proyecto y/o la supervisión de la obra para finalmente ser aprobadas en forma específica por el cliente.

### **GESTIÓN DE LAS CONSULTAS (RFI's) EN EL PROYECTO**

Resulta importante ver el tratamiento que reciben los RFI's debido a que estos son una fuente potencial de solicitudes de cambio y además aunque no originen una solicitud de cambio, estos denotan una falta de información en el proyecto, o se deben a alguna contradicción u omisión del proyecto, las cuales representan perdidas de la fase de diseño que se reflejan en el momento de la construcción.

En el grafico N° 9 podemos ver el diagrama de flujo para el tratamiento de los RFI's durante la construcción del proyecto:

### GESTIÓN DE LAS SOLICITUDES DE CAMBIO

En el grafico N°10 se muestra un flujograma para el tratamiento de las solicitudes de cambio al proyecto.

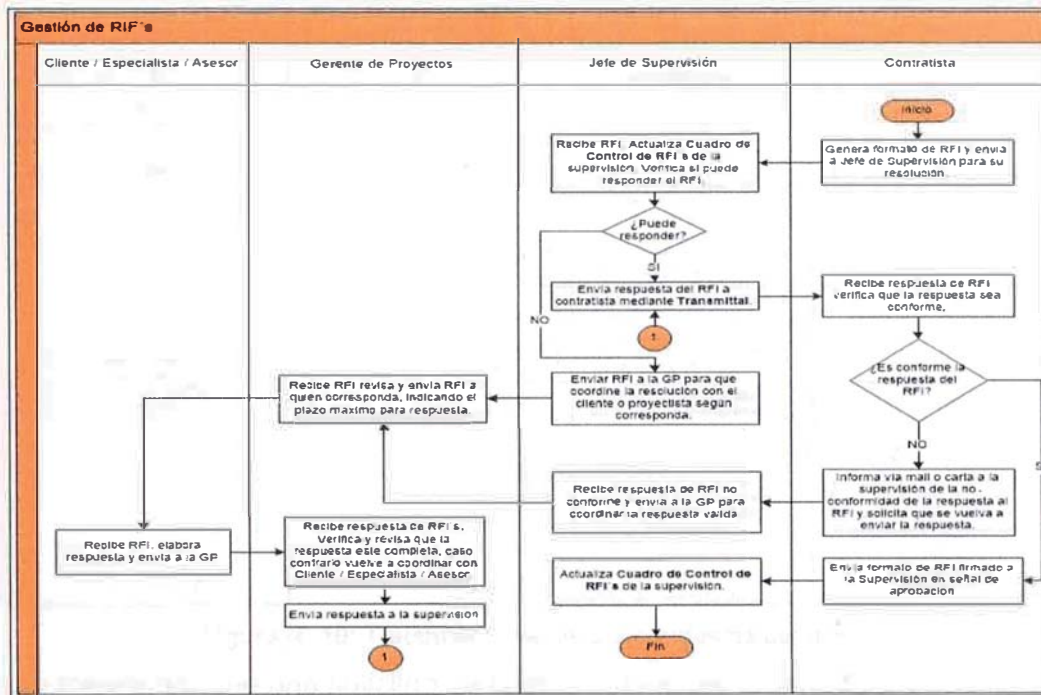


Figura N° 9: Tratamiento de los RFI's

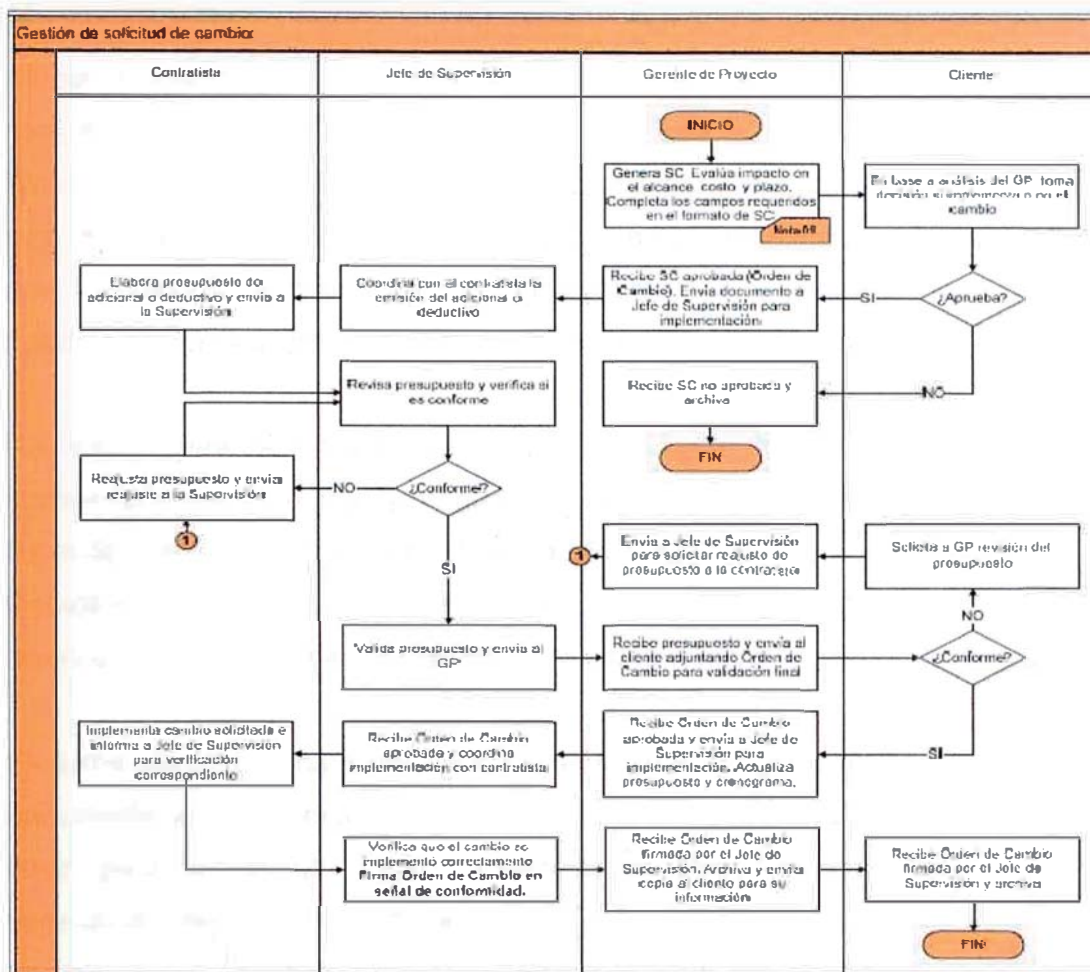


Figura N° 10: Tratamiento de las solicitudes de cambio

Cabe mencionar que una solicitud de cambio puede generarse por:

Requerimiento del cliente.

Recomendación de supervisión o de la Gerencia del proyecto, estos generalmente emiten observaciones durante la revisión del expediente técnico.

RFI's presentados por el contratista y que demandan un adicional o deductivo, estos son evaluados por la supervisión y la Gerencia del proyecto, de estos se concluye que requiere de la aprobación del cliente antes de la ejecución del cambio, debido al impacto que tendrá en el costo y en el plazo.

En el informe de suficiencia se analizarán la primera y la tercera forma por ser estas las que se detectan durante la fase de Construcción, lo cual está enmarcado en los objetivos del presente informe, el segundo caso amerita un estudio para detectar la cantidad de cambios que se generarían antes de la licitación del proyecto.



Los impactos que se producen en el plazo y afectan a manera de pérdida para el cliente resultan de las solicitudes de ampliaciones de plazo solicitadas por los contratistas, siempre y cuando no sea por causas imputables a la contratista. Estas son otra consecuencia directa de una orden de cambio y se pueden cuantificar económicamente pues resultan en un presupuesto adicional por el mayor tiempo de permanencia del contratista en la obra, el cual se traduce en el pago de mayores gastos generales en función al tiempo que se extienda la obra.

Una causal muy común para el reconocimiento de una ampliación de plazo a la contratista viene dado generalmente por las paralizaciones e interrupciones en los flujos de trabajo propuestos por el contratista durante la presentación de su oferta técnica y por lo general se producen por interferencias con otros contratistas, por diseños incompletos, incompatibilidades e interferencias.

En estos cuadros se ha podido ver que aparece el concepto de Transmittal, este documento se uso en el proyecto para enviar información técnica al contratista, es decir para entregarle nuevos diseños, ya sean como planos o como especificaciones que no figuraban en el proyecto original. Esta información muchas veces se daba como respuesta a algún RFI y en algunos casos eran diseños pendientes debido al fast track y aun no eran identificados por el contratista. Más adelante analizaremos estos pues nos dan una idea del diseño que estaba pendiente producto del fast track.

### **3.2.2. IDENTIFICACIÓN DE PÉRDIDAS DURANTE LA CONSTRUCCIÓN DEL PROYECTO EN ESTUDIO**

Desde el punto de vista del cliente y la gerencia del proyecto, las pérdidas en los proyectos de edificación por lo general se traducen en sobre costos a los presupuestos ofertados por los diferentes contratistas, es por esto que nos centraremos en todos los sobrecostos y en general cualquier variación a los presupuestos contractuales celebrados con los contratistas, ya que estos tienen un alcance definido claramente el cual se visualiza en el expediente técnico y en los planos.

El análisis que se propone a continuación, nos centraremos a identificar pérdidas exclusivamente para el cliente pero que puedan tener su causa raíz en el proceso de diseño, es decir no analizaremos a fondo las pérdidas que afecten a los objetivos de calidad, ni de seguridad, únicamente las que generen impactos en los objetivos de costo, tiempo y satisfacción del cliente o usuario final.

Para esto detectaremos los sobrecostos del presupuesto original de obra a partir de:

- Solicitudes de cambio producidas durante la construcción.
- Consultas realizadas por los contratistas durante la construcción.
- Reclamaciones o controversias generadas.
- Otras actividades que no generen un costo sin beneficio para el proyecto.
- Propuestas de Ingeniería de Valor.

### 3.2.2.1. PÉRDIDAS POR ADICIONALES AL PRESUPUESTO

Para el análisis del proyecto, hemos identificado todos los adicionales y de los cuales se muestran algunos en el anexo N°2. En el siguiente cuadro se muestra el resumen de todos los adicionales que se han registrado en el desarrollo de la obra.

**Cuadro N°7: Resumen de Adicionales del proyecto VAB**

<b>CUADRO RESUMEN DE ADICIONALES EN EL PROYECTO ESTUDIADO</b>	
Descripcion	Cantidades
N° de Adicionales aprobados	102
Monto en adicionales aprobados	S/. 1,370,406.77
<b>N° de Adicionales en conflicto</b>	
N° de Adicionales en conflicto	9
Monto de Adicionales en conflicto solicitado por la contratista	S/. 934,513.64
Monto de Adicionales en conflicto reconocidos por la supervision	S/. 252,146.08
<b>N° de Adicionales no presentados por contratistas</b>	
N° de Adicionales no presentados por contratistas	17
Monto en Adicionales no presentados por contratistas	S/. 180,000.00
<b>N° de Deductivos detectados por Supervision</b>	
N° de Deductivos detectados por Supervision	8
Monto deducido detectado por Supervision	-S/. 872,353.78

FUENTE: ELABORACIÓN DEL AUTOR

En las 2 últimas columnas del Anexo N°2 se ha realizado una descripción de las causas que originaron dichos adicionales, Esto se ha realizado con la finalidad de detectar la causa raíz de dicho adicional y para esto se recomienda aplicar al análisis de Ishikawa. En el siguiente cuadro se muestra cuáles han sido las principales causas que originaron los adicionales en este proyecto.

**Cuadro N° 8: Causas que originaron los adicionales en el proyecto VAB**

Causa raíz	N° de veces	Monto	% Total adicionales	% de presupuesto
Propio de fast track	32	S/. 430,591.76	31.4%	1.656%
Requerimiento del contratista especializado	20	S/. 184,474.56	13.5%	0.710%
Requerimiento del usuario (a través del cliente)	5	S/. 170,048.81	12.4%	0.654%
Error de diseño	16	S/. 153,210.43	11.2%	0.589%
Falta de coordinación entre proyectista de diferentes especialidades	7	S/. 140,956.56	10.3%	0.542%
Requerimiento del cliente	9	S/. 116,655.04	8.5%	0.449%
No se tomo en cuenta la dificultad del proceso constructivo	4	S/. 98,515.20	7.2%	0.379%
Reajuste de precios (variable externa)	1	S/. 49,626.81	3.6%	0.191%
Alcance no contratado	3	S/. 9,621.99	0.7%	0.037%
Mejora estética	1	S/. 6,301.82	0.5%	0.024%
No se considero el espacio fisico de los elementos	1	S/. 5,174.20	0.4%	0.020%
Incompatibilidad de planos	2	S/. 4,892.39	0.4%	0.019%
Error por interpretacion de planos	1	S/. 337.21	0.0%	0.001%
<b>TOTAL</b>	<b>102</b>	<b>S/. 1,370,406.78</b>	<b>100.0%</b>	<b>5.271%</b>

FUENTE: ELABORACIÓN DEL AUTOR

Del cuadro N° 7, se puede observar que las principales pérdidas se deben al mismo proceso de "Fast Track", esto como consecuencia de tener diseños incompletos y al momento de entregarlos al contratista para su ejecución, no se ha realizado nuevamente la compatibilización del mismo y se generan nuevas interferencias o contradicciones.

En la misma proporción se puede ver que existen pérdidas por requerimientos de los contratistas especializados, originados por el usuario a través del cliente, la falta de coordinación entre proyectistas y errores de diseño por parte de los proyectistas.

Un grupo menor en la incidencia de los adicionales, es producido por cambios solicitados por el mismo cliente y porque no se tomaron en cuenta la facilidad constructiva de determinados diseños.

Se aprecia el caso particular del reajuste por variación de precios, sin embargo este correspondió únicamente al incremento de los costos de mano de obra que se realiza anualmente en nuestro país.

El grupo menor viene dado por la no consideración de espacios, por mejoras puntuales detectadas por los proyectistas y por alcances que no se habían contratado, los cuales recién se identifican una vez que se va completando la construcción.

### 3.2.2.2. PÉRDIDAS DEL PROCESO DE DISEÑO

Según lo propuesto líneas arriba, entonces también es importante enfocarse en las potenciales fuentes de pérdidas que vendrían a ser los RFI's, esto debido a que muchas veces los RFI's son potenciales fuentes de adicionales.

**Cuadro N° 9: Resumen de consultas o RFI's del proyecto VAB**

ESPECIALIDAD	Tipo de consulta								Total general	
	Actualización de proyecto	Confirmación	Contradicción	Corrección al diseño	Difícil de interpretar	Diseño nuevo	Incompatibilidad	Indefinición		No se indica proceso a seguir
ACI		1		1		1				3
ALARMA Y DETECCIÓN		1								1
ARQUITECTURA	2	5		1	1	5	3	2	2	21
ARQUITECTURA E HSS		1								1
ARQUITECTURA Y ESTRUCTURA					1		1			2
Ascensores		2		1			1			4
AUTOMATIZACIÓN	1	3			1	2		3	1	11
CCTV		1						2		3
ESTRUCTURAS	8	2	2	4	3			15	2	36
H.EE.	2	6	1	2	4	2		6	1	24
H.SS	2	5	1	4		1	2	5	1	21
IEE Y EMERGENCIA						1				1
IMM		2				2	1	3		8
IS Y ESTRUCTURAS		1								1
ILUMINACION Y ARQUITECTURA							1			1
MURO CORTINA						1				1
Planos de ascensor								2		2
<b>Total general</b>	<b>15</b>	<b>30</b>	<b>4</b>	<b>13</b>	<b>10</b>	<b>15</b>	<b>9</b>	<b>38</b>	<b>7</b>	<b>141</b>

**FUENTE: ELABORACIÓN DEL AUTOR**

Del cuadro resumen de los RFI's podemos concluir algunos aspectos importantes:

- Los tipos de consulta más realizados por el contratista fue debido a indefiniciones del proyecto, es decir a detalles y diseños inconclusos producidos especialmente por la especialidad de Estructuras y en menor medida las instalaciones eléctricas y sanitarias.
- Los pedidos de confirmación del diseño son bastante comunes especialmente en las especialidades de instalaciones sanitarias y eléctricas. Estos no son una pérdida pero denotan la predisposición del contratista a ofrecer alternativas sobre el diseño plasmado.
- El segundo tipo de consulta más común es referido a nuevos diseños especialmente en Arquitectura y a actualizaciones constantes al proyecto de parte de Estructuras.
- La especialidad que más RFI's ha generado es la de Estructuras y seguidas de Arquitectura, IIEE e IISS las que están en la misma medida.
- De entre todas las especialidades principales de Arquitectura, estructuras, IISS e IIEE se concentra el grueso de las consultas por indefiniciones, por actualizaciones al proyecto y por correcciones a los diseños.

El cuadro de RFI's no nos muestra pérdidas económicas tangibles o cuantificables para el cliente del proyecto, sin embargo nos muestra pérdidas desde el punto de vista del diseño ya que estas consultas no generan valor durante el diseño, sino por el contrario representan retrabajos para los diseñadores. A continuación listaremos las perdidas identificadas de esta manera en orden de prioridad por la cantidad de veces que se han ido presentando:

**Cuadro N° 10: Causas que fueron motivo de consulta en el proyecto VAB**

Perdida identificada	N° de veces	% Respecto al total
Indefiniciones	38	27%
Confirmación de diseño	30	21%
Diseño nuevo	15	11%
Actualización al proyecto	15	11%

Corrección al diseño	13	9%
Difíciles de interpretar	10	7%
Incompatibilidades	9	6%
No se tiene diseño de proceso	7	5%
Contradicciones	4	3%

FUENTE: ELABORACIÓN DEL AUTOR

De forma similar, a continuación se presenta el orden de incidencia de pérdidas causadas por especialidades, solo se presentan las más representativas:

Cuadro N° 11: Resumen de consultas por especialidades en el proyecto VAB

Especialidad	N° de veces	% Respecto al total
Estructuras	36	27%
Instalaciones eléctricas	24	17%
Arquitectura	21	15%
Instalaciones sanitarias	21	15%
Automatización	11	8%
Instalaciones mecánicas	8	6%

FUENTE: ELABORACIÓN DEL AUTOR

Un aspecto muy importante a tomar en cuenta para analizar en los RFI's es el tiempo de respuesta de estos, en algunos casos se realizan consultas sobre trabajos o partidas que pertenecen a la ruta crítica del proyecto y podrían generar además una ampliación de plazo innecesaria y solo por demoras en la respuesta al contratista. Este caso no se ha presentado en el proyecto en análisis pero es importante tomarlo en cuenta para no verse forzados a incurrir en esta.

### 3.2.2.3. PÉRDIDAS NO CUANTIFICADAS POR EL CONTRATISTA

Estas pérdidas no han sido registradas y no han generado un impacto negativo en la economía del cliente, sin embargo deben tenerse en cuenta pues podrían ser reclamadas en algún momento, siempre que las cláusulas del contrato lo permitan.

Del cuadro N°6 se aprecia que estos adicionales debieron ser presentados por el contratista pero que no se presentaron, en total se estimó que ascienden a S/.180,000.00 y fueron un total de 17.

Esto se debió a la dificultad de rastrear alcances no contratados por los constantes cambios, esto nos sugiere que este tipo de proyectos requieren de una oficina técnica más potente para poder afrontar los cambios y el desgaste técnico que significa ejecutar este tipo de proyectos. Sin embargo consideramos que es un pago justo que le corresponde al contratista por los trabajos que ejecuto y que no habían estados contemplados en su contrato.

#### **3.2.2.4.PÉRDIDAS QUE PUEDEN IMPACTAR A LA CALIDAD DEL PROYECTO**

Otra posible causa de pérdidas en la calidad del proyecto son las observaciones a los trabajos realizados durante la construcción y las no conformidades detectadas. Si bien los contratistas se ven en la necesidad de corregir estas observaciones para que el cliente recepciones la obra, dan un indicador de cómo puede verse afectada la calidad de la construcción y de futuros reclamos post construcción, estos se proponen a cuantificar en base al grado de que tan fácilmente se puede recuperar la condición deseada del proceso o producto observado y en base a qué tan propenso de generar reclamos posteriores esta dicha observación. En el anexo se muestra la relación de observaciones de obra. Sin embargo estos no se analizaran a más detalle ya que estos deben ser resueltos con un mayor control de los contratistas y está fuera de los alcances de este trabajo, por lo que les corresponde un análisis de la reducción de pérdidas desde el punto de vista de la gestión de obra.

#### **3.2.2.5.PÉRDIDAS DETECTADAS AL FINALIZADA LA OBRA Y DURANTE LA OPERACIÓN**

Al concluir la obra se dio un seguimiento a los inicios de la operación del edificio y se pudieron detectar otras pérdidas, las cuales para corregirse debieron ser desembolsadas por el cliente a fin de no perjudicar a los usuarios finales y de no crear un malestar en estos. Se encontraron errores de diseño: diseño que no consideran la operación y el mantenimiento, diseño que no considera la

comodidad de los usuarios finales, re trabajos e intervención post construcción (postventa), estos últimos generan una pérdida para el cliente debido al malestar que puede generar en los usuarios finales.

No se cuenta con el registro del costo de corrección de estas pérdidas, pero se muestra en el cuadro N°12, junto a la medida correctiva por la que optara el cliente.

### 3.2.2.6.PÉRDIDAS POR RECLAMACIONES O CONTROVERSIAS

Las reclamaciones de parte de los contratistas y las posteriores controversias surgen siempre debido a ambigüedades, contradicciones o vacios en el expediente técnico de un proyecto de construcción. Estas controversias producen para el cliente la imposibilidad de cerrar sus contratos, generan un costo que no se había contemplado en un inicio y no es cuantificable en un inicio, y uno de los grandes inconvenientes que ocasiona con los contratistas es el desgaste de las relaciones con este y por ende la poca colaboratividad de estos en la identificación de oportunidades de generación de valor, además de producir desconfianza y falta de credibilidad para realizar alianzas estratégicas o desarrollar una adecuada gestión de la cadena de abastecimiento.

En el proyecto analizado se presentaron controversias por 9 adicionales no reconocidos que ascienden a S/. 934,513.00, esta información se ha extraído del cuadro N°6.

**Cuadro N° 12: Pérdidas identificadas durante la operación del proyecto VAB**

DESCRIPCIÓN	MEDIDA CORRECTIVA
<b>Rampa de acceso vehicular, en sentido de ingreso (bajar) es demasiado angosta, dificulta maniobrar.</b>	Se deberá demoler la viga parapeto que delimita el borde la rampa, esto requerirá de reforzar la rampa mediante la colocación de vigas metálicas
<b>Bandeja de comunicaciones por las que se hará la instalación de cada operador de telefonía y datos, esta oculta sobre falso techo de hall principal. En cada instalación se deberá desmontar esa zona</b>	Replanteo de la bandeja desde un piso interior para que el recorrido se haga por un sótano, implica realizar perforaciones diamantinas de precisión detrás de un muro que forma parte del hall principal y tiene enchapes de mármol.



<p><b>Sobrecarga de diseño estructural y pesos para la implementación de algunas oficinas es mayor al supuesto inicialmente</b></p>	<p>Reforzamiento de la losa estructural donde el usuario (locatario) lo solicite. Esto requiere de un análisis estructural y la aplicación de fibra de carbono o de postensado adherido a la losa para no perder la altura libre.</p>
<p><b>Existen 3 puertas de evacuación que dan directamente hacia la calle, pero solo una es monitoreada mediante cámaras desde la calle.</b></p>	<p>Se deberán instalar cámaras en las puertas faltantes, con la complicación de tener que realizar corrección de salidas eléctricas y de CCTV.</p>
<p><b>No se consideró una salida eléctrica para un pulsador de salida de la mampara de cada oficina, tampoco para hacer la instalación de algún dispositivo electrónico de acceso a las oficinas</b></p>	<p>La colocación de estas salidas eléctricas debería hacerse en el hall de ascensores de cada piso, sin embargo este hall está revestido de cristal reflejante, granito, mármol, e implicaría el desmontaje de ese cristal, además de realizar un corte en el mismo para que la salida sea por ahí, es muy probable que luego no calce.</p>
<p><b>La numeración asignada en los estacionamientos no le era fácil de manejar a la administración del edificio</b></p>	<p>Se repintaron las numeraciones de los estacionamientos en los 5 niveles de sótanos.</p>

FUENTE: ELABORACIÓN DEL AUTOR

### 3.2.2.7. PÉRDIDAS RELACIONADAS POR AGENTES EXTERNOS A LA CONSTRUCCIÓN

Es ampliamente conocido que el sector de la construcción en el Perú viene sufriendo un gran flagelo que genera sobre costos a todos los involucrados en esta industria, nos referimos a las bandas criminales que operan como “seudo sindicatos” de construcción civil, las cuales operan bajo la modalidad de extorsión a todos los niveles posibles de la industria, pasando por empresarios constructores o inmobiliarios y trabajadores de construcción. A esto se puede sumar el pago para “agilizar” trámites ante funcionarios corruptos de diferentes empresas involucradas a la industria como son municipios, concesionarios de energía eléctrica y sanitaria, por mencionar a los más representativos.

Se le hace mención especial como una pérdida a este proyecto y en general a todos los proyectos del país, ya que estos pagos no generan valor de ninguna manera, sino que responden al chantaje criminal, a la corrupción de personas en

las entidades gubernamentales que al final transmiten estos sobre costos al cliente, es decir al promotor del proyecto, quien finalmente transmitirá estos sobre costos a los usuarios finales, quienes son los que alquilan oficinas o compran viviendas o que hagan uso de cualquier producto derivado de la construcción.

A continuación se hace una mención de la actualidad de cómo viene afectando la modalidad de la extorsión al sector de la construcción.

Lelio Balarezo, presidente del Capeco, en una entrevista al diario El Comercio, comenta que tras hacer una encuesta entre sus afiliados, Capeco ha estimado que en promedio las bandas criminales que han copado muchos de los sindicatos del ramo exigen 1,5% del valor de las obras para 'asegurar la paz laboral' y no paralizar los proyectos. "El monto puede variar entre 1% y 2%, pero el promedio es 1,5%. Lo que la empresa termine entregando puede variar por el tamaño de la obra y la forma cómo lidie con los extorsionadores", dice Balarezo.

Eduardo Lechuga, vicepresidente del Gremio de Infraestructura, Edificaciones e Ingeniería de la CCL, coincide con la estimación.

Además según la Asociación de Desarrolladores Inmobiliarios (ADI), la inversión anual solo en el mercado inmobiliario bordea los S/. 6,000 millones, por lo que se podría estimar que estas bandas criminales estarían percibiendo unos S/. 90 millones por año.

A estos cobros por extorsiones directas a los empresarios se suma la exigencia de estas bandas a contratar a empresas proveedoras fantasmas a los constructores y de esta forma "justificar" el dinero que reciben de las empresas extorsionadas.

Aún falta considerar la "seguridad particular" y la "cuota sindical" que cobran a los trabajadores, las cuales varían entre S/.10 y S/.20 semanales. Para poder hacer una estimación de lo que perciben bajo esta modalidad, se recurrió a datos del Ministerio del Trabajo donde se registran aproximadamente 500 mil trabajadores vinculados a la construcción civil en el país, esto al 22 de Marzo del 2015. Si consideramos que solo la mitad de esta cantidad pertenece al grupo de la autoconstrucción, entonces quedan 250 mil trabajadores plausibles de extorsión.

Con estos datos si consideramos que solo el 40% aporta la “cuota sindical” más baja entonces esto nos da alrededor de S/.1 millón que se reparte para esta modalidad de delincuencia. Es decir aproximadamente unos S/. 52 millones anuales que se percibe de la extorsión solo de los trabajadores.

Inclusive en algunas ciudades del norte del país, estos “sindicalistas” han llegado a exigir el pago de la “cuota sindical” al personal técnico-administrativo de las obras de construcción como es el caso del proyecto de la modernización de la refinería de Talara, siempre apelando a “brindar seguridad” y de “defender del ataque de algún seudo sindicato”

En el proyecto en estudio se ha hecho un análisis del presupuesto de obra. En el siguiente cuadro se resalta una partida llamada “Gestión de Sindicatos” dentro del grupo de obras provisionales, la cual en toda la obra asciende a S/. 140,000 y asciende al 0.54% del valor del costo directo de la obra.

De esta manera se demuestra que el costo de la delincuencia en el sector de la Construcción finalmente se traslada al cliente final y este lo tendrá que asumir como el costo de algo necesario al usuario final.

**Cuadro N° 13: Extracto del presupuesto de obras provisionales**

01.01.01	OBRAS PROVISIONALES				
01.01.01.01	Oficina del Contratista (alquiler y en obra)	glb	1.00	12,500.00	12,500.00
01.01.01.02	Oficina de Supervisión (alquiler y en obra)	glb	1.00	14,040.00	14,040.00
01.01.01.03	Comedor de Obreros	glb	1.00	4,500.00	4,500.00
01.01.01.04	Vestuario y Servicios Higiénicos	glb	1.00	5,500.00	5,500.00
01.01.01.05	Almacén depósito	glb	1.00	5,850.00	5,850.00
01.01.01.06	Cerco Perimetral exterior	ml	0.00	0.00	0.00
01.01.01.07	Baños Químicos para staff	mes	10.00	1,300.00	13,000.00
01.01.01.08	Baños Químicos para obreros	mes	10.00	2,500.00	25,000.00
01.01.01.09	Red provisional de agua	glb	1.00	2,678.00	2,678.00
01.01.01.10	Instalación de desagüe provisional	glb	1.00	1,409.73	1,409.73
01.01.01.11	Red provisional de energía y equipos de iluminación	glb	1.00	31,660.00	31,660.00
01.01.01.12	Poza de curado	glb	1.00	1,500.00	1,500.00
01.01.01.13	Señalización / plan de desvío	mes	10.00	2,000.00	20,000.00
01.01.01.14	Sala de reuniones equipada para 15 personas + proyector	glb	1.00	16,544.00	16,544.00
01.01.01.15	Estabilización de cimentación de 2 grúas torre	glb	1.00	18,580.80	18,580.80
01.01.01.16	01 Grupo eléctrico encapsulado de 65 KVA para grúa torre	mes	10.00	8,000.00	80,000.00
01.01.01.17	Iluminación de obra (instalación de cableado + luminarias + reflectores en g	mes	10.00	3,853.91	38,539.10
01.01.01.18	Caseta de guardiana	glb	1.00	1,325.52	1,325.52
01.01.01.19	Andamios colgantes en fachadas (tarrajeo, solaqueos, etc)	glb	1.00	96,000.00	96,000.00
<b>01.01.01.20</b>	<b>Gestión de sindicatos</b>	<b>mes</b>	<b>10.00</b>	<b>14,000.00</b>	<b>140,000.00</b>
01.01.01.21	Reparación de veredas y pistas	glb	1.00	21,940.22	21,940.22

### **3.3. PROPUESTA DE MEJORA**

#### **3.3.1. ANÁLISIS DE LAS CAUSAS DE LAS PRINCIPALES PÉRDIDAS HALLADAS**

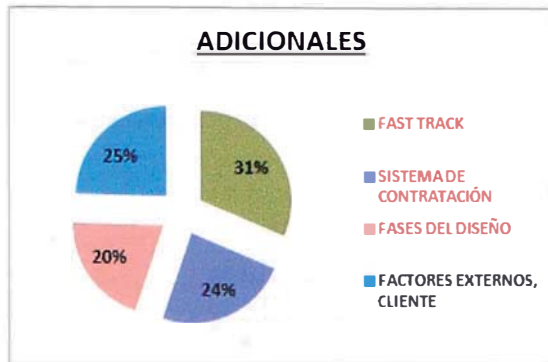
En el acápite anterior se han listado las pérdidas halladas durante la construcción del proyecto en estudio, estas se han priorizado en base al impacto económico que generan, y las pérdidas potenciales que están relacionadas a los RFI's se han priorizado en base al número de veces ocurridas y a una calificación propuesta en este trabajo la cual considera la complejidad de la consulta a absolver, además se debe considerar el impacto potencial que tienen en cuanto a costo y tiempo que puedan impactar en el proyecto.

#### **3.3.2. PROPUESTA DE MEJORA**

Del análisis de las causas que originaron las pérdidas en el proyecto en análisis, podemos determinar que casi todas se han ido generando durante las fases de diseño, otras se deben a las condiciones de contratación elegidas, así como al sistema mismo de Construction Management y finalmente unas se deben a la modalidad de ejecución elegida (Fast Track), detalle en el cuadro N° 14.

En los dos primeros capítulos se mencionaron conceptos muy importantes acerca de la filosofía Lean durante la fase de diseño, si aplicamos esos conceptos a la reducción de las pérdidas halladas en esta obra y conociendo las causas que originaron estas podremos reducirlas significativamente y dar acciones específicas para la reducción de cada una de ellas.

**Cuadro N° 14: Análisis del Presupuesto de Adicionales**



CAUSAS	MONTO
FAST TRACK	S/. 430,591.76
SISTEMA DE CONTRATACIÓN	S/. 325,431.12
FASES DEL DISEÑO	S/. 278,053.24
FACTORES EXTERNOS, CLIENTE	S/. 336,330.66
<b>TOTAL</b>	<b>S/. 1,370,406.78</b>

Observamos que el 75% del presupuesto de adicionales se ha usado para cubrir pérdidas que se ocasionaron principalmente debido a 3 factores: Fast Track, Sistemas de contratación y Diseño, las cuales pudieron ser evitables si se llevaba a cabo una planificación adecuada.

DESCRIPCIÓN	CAUSAS	MONTO
Propio del Fast Track	FAST TRACK	S/. 430,591.76
Requerimiento del contratista especializado	SISTEMA DE CONTRATACIÓN	S/. 184,474.56
Requerimiento del usuario( a través del cliente)	CLIENTE	S/. 170,048.81
Error del diseño	FASES DEL DISEÑO	S/. 153,210.43
Falta de coordinación entre proyectitas de diferentes especialidades	SISTEMA DE CONTRATACIÓN	S/. 140,956.56
Requerimiento del cliente	CLIENTE	S/. 116,655.04
No se tomo en cuenta la dificultad del proceso constructivo	FASES DEL DISEÑO	S/. 98,515.20
Reajuste de precio (variable externa)	EXTERNA	S/. 49,626.81
Alcance no contratado	FASES DEL DISEÑO	S/. 9,621.99
Mejora estética	FASES DEL DISEÑO	S/. 6,301.82
No se considera el espacio físico de los elementos	FASES DEL DISEÑO	S/. 5,174.20
Incompatibilidad de planos	FASES DEL DISEÑO	S/. 4,892.39
Error por interpretación de planos	FASES DEL DISEÑO	S/. 337.21
<b>TOTAL ADICIONALES</b>		<b>S/. 1,370,406.78</b>

FUENTE: ELABORACIÓN DEL AUTOR

### 3.3.3. MODELO DE APLICACIÓN “LEAN DESIGN”

Según los criterios del Lean Design, se debió desarrollar estos procesos para poder definir desde un inicio el Diseño del Proyecto a través del siguiente proceso:

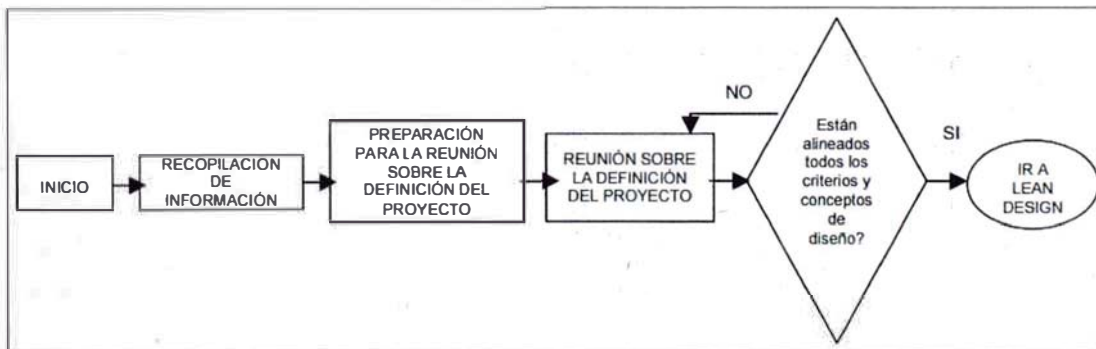
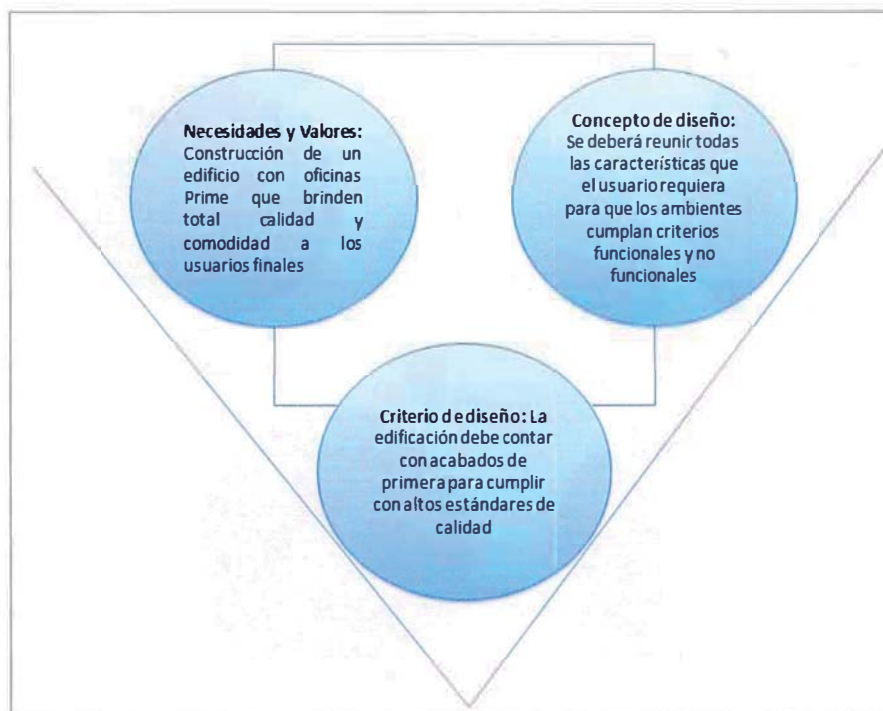


Figura N° 11: Proceso de la Definición del Proyecto de Construcción

Toda la información que recolectemos para poder definir el proyecto al final se dividirá en tres módulos, los cuales representan el esquema fundamental de lo

que es un Proyecto, en la siguiente figura vemos con mayor claridad como esta información se plasma en ideas más concretas y nos da un amplio panorama de lo que queremos lograr.



**Figura N° 12: Módulos de la Definición del Proyecto de Construcción VAB**

Es importante que debemos reconocer a todos los involucrados en el proyecto para que cuenten con la misma información y con el mismo objetivo, de modo que si en algún momento se presente alguna duda todos apuntarán a solucionarlo teniendo en cuenta el objetivo mayor o común.



Figura N° 13: Involucrados del Proyecto de Construcción VAB

Teniendo en cuenta que todos los involucrados cuentan con la misma información y son reconocidos como tal dentro del proyecto evitaremos contratiempos y en resumen lograremos zanjar una de las principales causas que generan pérdidas que se relaciona con la inadecuada gestión de la fase de diseño.

Respecto a las consultas, son necesarias, pero deben establecerse plazos mínimos para plantearse por el contratista, este no puede informar de una restricción por falta de información, el mismo día de presentarse, esto obliga al contratista a adoptar un sistema de trabajo que lo ayude a mantener un planeamiento constante de la obra, y en estos casos la manera más simple de identificar estas posibles restricciones es adoptando el sistema del ultimo planificador o uno similar.

Además se debe generar presupuestos estimados iniciales con partidas similares para la contratista a fin de que no coloque sus precios a capricho en las indefiniciones que puedan surgir en el proyecto, por lo general se tiene que

muchos contratistas solo cumplen con el cliente durante trabajos que para ellos les resulta rentables y dejando de lados trabajos pequeños que no les generan mayor ganancia pero que para el cliente o usuario final de la construcción generan valor y son necesarios para el logro de sus objetivos.

Casi todos los problemas se dan por errores en el proceso humano del diseño, sin embargo en un mundo ideal si todos cumplieran con su trabajo de forma correcta evitando el “pasar los problemas a otro” entonces la cantidad de errores se reduciría, no solo limitarse a hacer su trabajo sino buscar el beneficio para la sociedad con el trabajo, por ejemplo cada proyectista podría realizar un aporte adicional detectando errores de otras especialidades y alertándolos en su momento.

Se debe idear un sistema de incentivos para los contratistas que realicen propuestas de ingeniería de valor, ya sea en generación de valor o como reducción de costos, buscando que estos se beneficien económicamente como producto de estas iniciativas. Esto como alternativa al modelo colaborativo

Se propone que todos los esfuerzos en la reducción de las pérdidas se vean mermados por algún sistema que pueda dirigirse, sin embargo los incumplimientos de las obligaciones deben ser reducidos también mediante otros mecanismos, en este caso se propone desarrollar contratos típicos que permitan abarcar la mayor cantidad de posibilidades desfavorables para cada tipo de trabajo y que no deje cabos sueltos o vacíos que puedan ser aprovechados por algunos contratistas con poco sentido de ética en sus prácticas. Sin embargo estos contratos no deben buscar el perjuicio de los contratistas sino mantener la visión de justicia para ambos.



## CAPÍTULO IV: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 4.1 CONCLUSIONES

La realización de un buen proyecto ayuda mucho a garantizar el logro de los objetivos, sin embargo el término de buen proyecto tiene muchos matices. En muchas ocasiones el desarrollo de un buen proyecto no está solo en las manos del proyectista sino que necesita de la colaboración del cliente así como de otros actores que participan en el proceso

Lo ideal no significa necesariamente tener un proyecto con muchos detalles, en varios otros casos un proyecto con muchos detalles constructivos puede pecar de errores de concepto al no haber sido interpretados correctamente los requerimientos del cliente o por no haber tenido en cuenta las recomendaciones o requisitos de algún otro involucrado.

En un principio, el cliente tiene una necesidad, requerimiento o conflicto por resolver y tiene la expectativa de que el proyectista resolverá este conflicto, sin embargo debido a que en muchos casos el cliente no tiene la capacidad técnica para controlar que el camino elegido para responder a sus necesidades sea el más conveniente, es así que se evidencia la necesidad de contar con un gestor del diseño, el cual deberá supervisar el diseño mismo y velar por los intereses del cliente durante esta etapa.

La gestión del diseño no solo debería contemplar la supervisión de la idoneidad del diseño a cargo de los proyectistas, y no debe limitarse a ser un ente crítico de los planteamientos del proyectista sino que debe ser un colaborador del proyectista en la búsqueda de la mejor alternativa de solución a la necesidad del cliente, por lo tanto es importante que este participe de manera activa durante el proceso de diseño. En la figura N°14 se esquematiza cual debería ser el rol del gestor del diseño en relación con el proyectista.

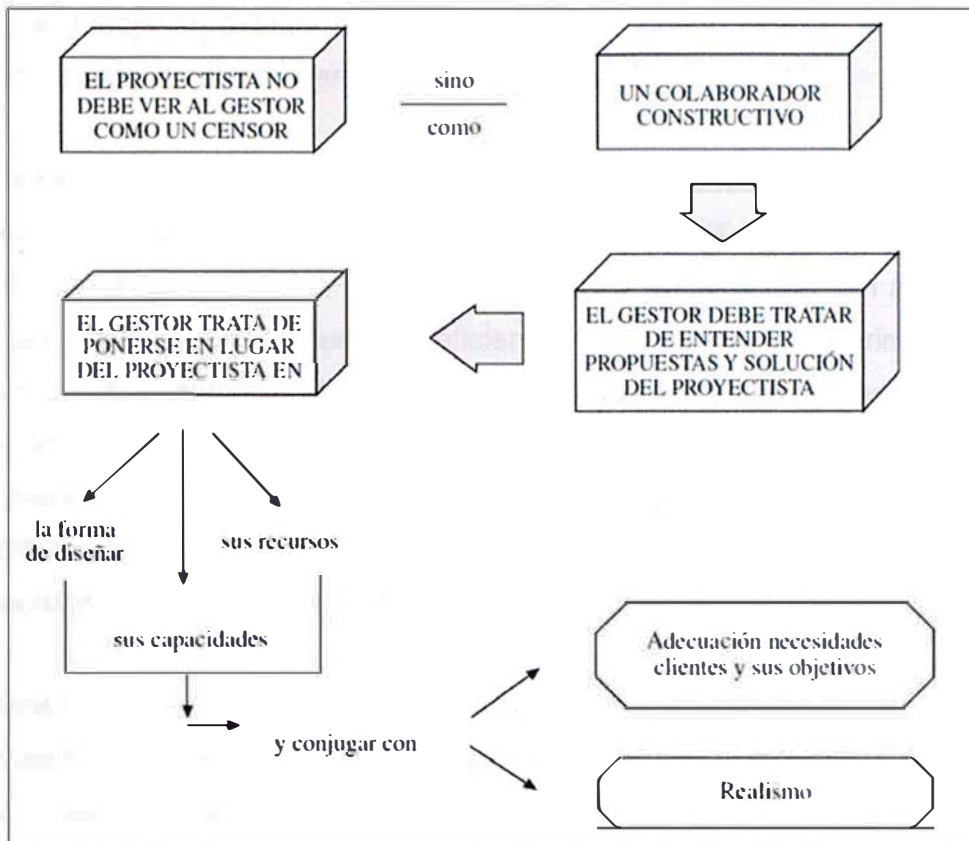


Figura N° 14: La actuación del gestor del diseño frente al proyectista

Entonces, es así que el gestor debe esforzarse por ser la representación del cliente ante los demás actores y por lo tanto debe ser un facilitador para todo el equipo de diseño en el cumplimiento de los objetivos del proyecto, para esto es imprescindible que una de sus tareas principales sea eliminar el prejuicio habitual de ser solo el ente "controlador" del proyecto.

Así mismo se ve necesidad de que el diseño en los proyectos de construcción debe direccionarse y ser encaminados por un líder, este rol lo debe asumir la gerencia de proyectos a fin de no dejar carta libre únicamente a los proyectistas para que desarrollen el proyecto a su libre albedrío, sino que se les debe dar directrices a las cuales ceñirse y estas directrices estarán en base a los requisitos de los usuarios y cliente.

En cuanto los cambios detectados en el proyecto, muchos de estos cambios se producen debido a las necesidades de los usuarios finales, esto nos indica que la gerencia del proyecto tendrá el reto de fomentar la participación de los usuarios, para definir los requisitos funcionales del proyecto, así como de los operadores de

edificios mediante talleres facilitados, técnica Delphi, grupos inopinados y reuniones, según se considere la más apropiada.

Se vienen haciendo más común en el medio el "Construction Management" entonces se verán varios contratistas y proveedores especializados, estos por lo general tienen un know how muy profundo de los trabajos que van a realizar y además pueden aportar soluciones eficientes y que se hayan experimentado en otros proyectos, Hemos podido ver que esto se acentúa en un proyecto fast track pues hay mayor riesgo de generar incompatibilidades o soluciones que no sean las adecuadas desde los proyectistas, inclusive eligiendo productos discontinuados en el mercado, por estas razones es importante involucrar a estos contratistas desde la fase de diseño.

Se tienen que desarrollar alianzas estratégicas a largo plazo con los contratistas y proveedores especializados, es ideal que estos participen desde la fase de diseño y esto solo es posible si mantenemos relación estrecha y de confianza con ellos, esto nos conduce a implementar la gestión de la cadena de suministro en la construcción y nos beneficiara en la medida que estos contratistas especializados nos ayuden en consideraciones técnicas de futuros proyectos, cotizaciones y capacitaciones constantes sobre nuevas tecnologías en soluciones de ingeniería

Al implementarse la gestión de la cadena de suministro en la construcción, se podrán establecer políticas de compras y subcontratación que agilicen estas en todos los proyectos que se estén dirigiendo, además permite visualizar la importancia de las adquisiciones y del momento de estas. Esto es fundamental en el modelo del Construction Management ya que muchos atrasos o interferencias con otros contratistas se producen por la demora en la llegada de materiales y muchas veces porque no se tienen en cuenta el lead time de cada material. Entonces se obtendrán calendarios de compras mucho mas confiables.

El fast track es una modalidad de ejecución que acarrea mayor riesgo, ya que los presupuestos por lo general tienen cierta incertidumbre, por lo cual se debe prever una reserva para contingencia de este tipo, el monto de reserva debe estimarse antes de iniciar las contrataciones y está en directa relación con el grado de superposición que se elija entre el diseño y la construcción. En este proyecto

en particular se ha tenido una variación del presupuesto de alrededor del 8% (considerando los montos en controversia). Entonces debe indicársele al cliente de forma clara este aspecto y dejar un margen algo mayor para contingencias de otro tipo, ya sean por indefiniciones u omisiones al proyecto, pero es mejor idear un sistema de control de calidad del diseño durante el diseño para reducir estas contingencias.

Los proyectos fast track en general generan más inconvenientes y originan más problemas para los contratistas y supervisores, sin embargo desde el punto de vista del negocio inmobiliario es más rentable y produce un retorno de la inversión mucho más rápido, además de que en el mercado de hoy en día el ofrecer un producto un mes antes o después puede generar grandes diferencias en el margen.

Los proyectos del tipo fast track generan un mayor control sobre las obras por lo que debe reconocerse a los contratistas que necesitaran de una oficina técnica de obra mucho más potente para poder procesar la información nueva que se va generando. Esto con la finalidad de no solo extraer beneficios del contratista sino de buscar su colaboratividad mediante un trato justo.

Otro punto importante, es que la corrupción en el país viene subiendo a niveles alarmantes, además el sector de la construcción viene siendo víctima de la delincuencia por varios años, es deber de lo involucrados como son los gremios de trabajadores construcción, el colegio de ingenieros y arquitectos, además con el gremio de empresarios de la construcción, buscar soluciones definitivas en conjunto con el gobierno central a este mal social que ha generado el crecimiento del sector y la mala regulación así como los vacíos de nuestras leyes que permiten a estas mafias operar impunemente.

Una de las grandes conclusiones de este trabajo es la de seguir el principio de la filosofía Lean, que enuncia "No desperdiciar el potencial del talento humano" En esta podemos ver que la generación de valor y consecuente reducción de pérdidas no solo en el sector de la construcción sino en cualquier otro viene de reconocer que todos los involucrados son capaces de generar valor para el proyecto y el encargado de potenciar estas talentos es el gerente de proyecto, quien debe buscar la manera de gestionar a cada uno de los involucrados en la forma que más pueda

aportar al proyecto. Esto incluye a los subcontratistas y constructores quienes pueden aportar con conocimiento a la fase de diseño.

Si bien este trabajo se enfoca en temas de ingeniería y gestión de la construcción, como parte de este último es necesario que se conozcan temas de administración contractual desde un punto de vista técnico así como legal, si bien este no es el marco de especialización de la ingeniería, pues resulta necesario manejar estos conceptos a fin de no verse luego inmersos en una serie de tecnicidades legales que nos impidan el desarrollo óptimo del proyecto.

Las herramientas propuestas a fin de reducir estas pérdidas durante la construcción se orientan a los fallos naturales del ser humano pero los problemas más grandes de resolver en la construcción y en cualquier sector del país, radican en las fallas deliberadas que se generan y que por facilismo y falta de sentido ético de responsabilidad no se alertan.

Se requiere de transparencia en el sector de la construcción y ética desde el involucrado más pequeño hasta el mayor (desde los peones hasta los mismos inversionistas) reconociendo que las obras de construcción y proyectos de esta índole deben generar valor para sus clientes pero además obedecen a un fin mayor que es el de generar beneficios para la sociedad, generación de empleo justo y competitividad al país. En este aspecto interviene la ética como la herramienta que engloba y soluciona todas las pérdidas halladas en el presente trabajo. Sin un sentido de ética todos los esfuerzos por organizar un sistema que funcione idealmente nunca tendrán sostenibilidad en el tiempo ya que el ingenio del ser humano es muy grande como para considerar en cualquier modelo todas las posibilidades que pueden surgir del comportamiento de este.

## 4.2 RECOMENDACIONES

Este estudio es aplicativo para mostrar las pérdidas en la construcción de un proyecto desde la perspectiva de lo que genera valor para el cliente.

Encontramos que la generación de valor debe ser un proceso que beneficie a todas las partes involucradas en el proyecto, no solo se debe buscar el beneficio del cliente sino afianzar las relaciones con los contratistas

Se hace necesario idear como un proceso de la gerencia de proyectos, el análisis de los adicionales y RFI's generados durante la construcción de cualquier proyecto, estos dos conceptos están íntimamente ligados a desviaciones del presupuesto, sobre costos o ampliaciones de plazo que son las formas más comunes de pérdidas en un proyecto desde el punto de vista del cliente.

Es necesario investigar acerca del posible uso de indicadores de desempeño para medir el diseño durante la construcción en base a SC, OC, RFI's, evaluación de tiempo de respuesta de consultas a proyectistas. Así mismo para mejorar cualquier proceso es necesario realizar mediciones y una forma de mejorar el diseño es mediante la medición de estos indicadores durante la construcción, sin embargo se recomienda buscar nuevos indicadores que puedan darnos información sobre el estado de los diseños pero durante la fase de diseño misma.

Se debe investigar en proponer maneras de medir el proceso de diseño durante la fase de diseño misma, ya que lo que no se mide no se puede mejorar y es en esta fase en la que al realizar cualquier cambio, detectar cualquier fallo u optimizar el diseño resulta menos costoso que implementar estos durante la fase de construcción y es necesario contar con herramientas lo menos subjetivas posibles para tomar decisiones más precisas.

Así mismo este informe está basado desde el punto de vista del cliente pero toda la dirección y representación del mismo la hace una gerencia de proyecto la cual administra a varios contratistas, por lo cual este análisis puede ser válido para una empresa contratista que subcontrate algunos trabajos especializados.

Se recomienda ahondar en la investigación de los costos y todo tipo de inconvenientes que se puedan generar en los proyectos fast track, se ha visto que para el cliente es más rentable y probablemente su uso se intensifique en el futuro por lo que la ingeniería y la gestión deben encontrar una manera de brindar soluciones ante este tipo de retos.

Un reto en particular para cualquier profesión además de los ingenieros civiles y legisladores, es la de idear un sistema que permita obtener un trato justo para los trabajadores de construcción, sin que bajo la defensa de estos últimos surja la delincuencia disfrazada de “sindicatos”. Es una profunda opinión del autor que esto se daría por reconocer que el negocio de la construcción es un negocio en el que no se debería buscar aprovecharse de las debilidades de otras partes para obtener ganancias sino que debería generar valor para todos los involucrados en forma legal y justa.

Desde un punto de vista más amplio, se hace necesario investigar acerca de cómo hacer más eficiente toda la industria de la construcción, en diferentes párrafos de este informe se ha tratado de incidir en que esta industria representa una cadena de mucha importancia económica para el país y todo estudio debe orientarse a producir valor para todos los actores involucrados en este sector, el enfocarse en ser eficiente en un solo eslabón de toda esta cadena puede terminar generando improductividades en otros eslabones.

En la opinión del autor se hace necesario que se enfoquen todos los esfuerzos en responder de la manera más eficiente a las necesidades de la sociedad y erradicar todo lo que genere valor para esta, ya que de esta manera se propulsa una industria más competitiva y transparente en la que todo involucrado se vea beneficiado.

## BIBLIOGRAFÍA

- ALARCÓN, Luis y Daniel MARDONES. "Improving the design-construction interface". Conferencia. International group for lean construction. Guarujá, Brazil. 1998.
- BALLARD, Glenn y Todd ZABELLE. "Lean Design - White paper n° 10". Lean Construction Institute. 2000.
- FORMOSO, Carlos y Otros. "Developing a protocol for managing the design process in the building industry". Conferencia. International group for lean construction. Guarujá, Brazil. 1998.
- FREYRE, J. "Metodología para el mejoramiento del proceso de diseño en proyectos". Pontificia Universidad Católica de Chile. Chile, 2000
- GHIO, Virgilio. "Productividad en obras de construcción. Diagnóstico, crítica y propuesta". Lima. 2001.
- HARRIS, Frank y MCCAFFER Ronald, "Construction Management. Manual de gestión de proyectos y dirección de obra. Madrid 1999.
- KENNEDY Michael, N, "Grandes Casos Empresariales: El desarrollo de productos en Toyota". Barcelona 2007
- KOSKELA, L y HUOVILA. "On foundations of Concurrent Engineering". Londres 1997.
- ORIHUELA, Pablo. "Aplicaciones del Lean Design a Proyectos Inmobiliarios de Vivienda Conferencia". Lima. 2005
- SERER FIGUEROA, Marcos. "Análisis de los modelos de Gestión integrada de proyectos". Barcelona, España 2004.
- SERER FIGUEROA, Marcos. "Gestión integrada de proyectos". Barcelona, España 2001.
- TZORTZOPOULOS, Patricia y Carlos FORMOSO. "Considerations application of lean construction principles to design management". Conferencia. International group for lean construction. California, Berkeley USA. 1999.