UNIVERSIDAD CATÓLICA ANDRÉS BELLO

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

"DETERMINACION DE FACTORES QUE INFLUYEN EN LA DESVIACIÓN DE LA PLANIFICACIÓN DE TIEMPO Y COSTO DE PROYECTOS IPC PARA LA INDUSTRIA PETROLERA"

Este Jurado; una vez realizado el examen del presente trabajo ha evaluado su contenido con el resultado Veinte (20) puntos

J U R A D O E X A M I N A D O R

Firma: Nombre: Firma: Nombre: Firma: Nombre:

REALIZADO POR	González Fabiana Marcano Inés Daniela
PROFESOR GUIA	Ing. Bascaran Estrella
FECHA	24 de Mayo de 2004

UNIVERSIDAD CATÓLICA ANDRÉS BELLO

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

DESARROLLO DE UN MODELO A NIVEL CONCEPTUAL DE UN SISTEMA DE CONTROL DE PROYECTOS IPC PARA UNA EMPRESA CONSULTORA DE INGENIERÍA

REALIZADO POR Adriana Cárdenas Chirinos
Michel Inserny Mazuera

PROFESOR GUIA Ing. Marianella Paúl

FECHA Caracas, Octubre 2002.

TESIS
IID20
C36

UNIVERSIDAD CATOLICA ANDRES BELLO

FACULTAD DE INGENIERIA

ESCUELA DE INGENIERIA INDUSTRIAL

DESARROLLO DE UN MODELO A NIVEL CONCEPTUAL DE UN SISTEMA DE CONTROL DE PROYECTOS IPC PARA UNA EMPRESA CONSULTORA DE INGENIERÍA

Este Jurado; una vez realizado el examen del presente trabajo ha evaluado su contenido con el resultado: Diez y Siete (17).

J U R A D O E X A M I N A D O R

Firma: Nombre: Marianella Paúl

Firma: Nombre: Ricardo Morales

Firma: Nombre: Alfredo Puente

REALIZADO POR	Adriana Cárdenas Chirinos Michel Inserny Mazuera
PROFESOR GUIA	Ing. Marianella Paúl
FECHA	Caracas, Octubre 2002.

Índice general

Abreviaturas y siglas III

Sinopsis IV

Introducción V

Desarrollo

Capítulo 1: Familiarización con la empresa 1

Reseña histórica 1

Estructura organizativa 3

Capítulo 2: Alcance y limitaciones del trabajo especial de grado 4

Objetivo general 4

Objetivos específicos 4

Limitaciones 4

Capítulo 3: Marco metodológico 5

Capítulo 4: Marco conceptual 8

Definición de control de proyecto 8

Definición de un proyecto IPC 8

Ciclo de vida de un proyecto IPC 9

Retos gerenciales de un proyecto IPC 12

Criterios de control de costo y cronograma 14

Concepto de valor ganado 15

Capítulo 5: Control de proyecto IPC 18

Enfoque del control de proyecto para un IPC 18

Modelo a nivel conceptual del sistema de control de proyectos IPC 21

Desarrollo del modelo a nivel conceptual del sistema de proyecto IPC 22

Planificación 23

Control 28

Capítulo 6: Conclusiones y recomendaciones 42

Bibliografía 43

Anexos 44

Índice de tablas y figuras

Capitulo 1: Familiarización con la empresa

Figura 1: Estructura Organizativa 3

Capitulo 2: Alcance y Limitaciones del TEG

Capitulo 3: Marco Metodológico

Figura 2: Esquema Metodológico 5

Figura 3: Guía de puntos a tratar. Etapa 2 6

Tabla 1: Entrevistados etapa 2 6

Figura 4: Guía de puntos a tratar. Etapa 3 7

Tabla 2: Entrevistados etapa 3 7

Capítulo 5: Control de proyecto IPC

Tabla 3: Enfoque de control de proyecto 20

Figura 5: Modelo conceptual 21

Tabla 4: Ejemplo avance de ingeniería 33

Tabla 5: Ejemplo avance de procura 35

Tabla 6: Ejemplo avance de construcción 36

Abreviaturas y siglas

C/SCSC	Criterio de control de costo y avance (Cost/Schedule Control System Criteria.)
CPTP	Costo presupuestado para el trabajo planificado
CPTR	Costo presupuestado del trabajo realizado
CRTR	Costo real del trabajo realizado
CRTR	Costo real del trabajo realizado
HH	Horas-Hombre
IPC	Ingeniería, procura y construcción
OBS	Estructura organizativa del trabajo (Organizational Breakdown Structure)
RO	Resultado Operativo
TEG	Trabajo especial de grado
WBS	Estructura desagregada del trabajo (Work Breakdown Structure)

Sinopsis

El siguiente trabajo de grado está orientado a desarrollar un modelo a nivel conceptual de un sistema de control para proyectos IPC que se adapte a las necesidades particulares de una empresa consultora de ingeniería venezolana. El trabajo se realizó mediante una investigación documental a estudios previos relacionados con el tema y a través de varias etapas de entrevistas que tuvieron como objetivo detectar la situación actual en cuanto al control de proyectos en la empresa, la recolección de puntos de vista en cuanto al enfoque que debe tener el sistema de control para su posterior discusión y análisis que permitieran conceptualizar el sistema. Los resultados de este trabajo indicaron que el sistema de control necesario debe ser integrado, dinámico y estandarizado.

El trabajo está presentado bajo una estructura de seis capítulos como se muestra a continuación:

Capítulo 1: Contiene una reseña histórica, que sirve como marco de referencia para la familiarización con la empresa.

Capítulo 2: Presenta los objetivos generales y específicos que se quieren alcanzar con el trabajo, así como las limitaciones del mismo.

Capítulo 3: Explica la metodología empleada para llevar a cabo los objetivos planteados.

Capítulo 4: Resume la base teórica sobre la cual se sustenta el trabajo.

Capítulo 5: Contiene el resultado de nuestra investigación, resumiendo el enfoque de control que requiere la empresa y la explicación del modelo conceptual propuesto.

Capítulo 6: Muestra las conclusiones de nuestro trabajo y propone las recomendaciones para la empresa.

Introducción

La industria petrolera, incluyendo operadores foráneos y PDVSA, constituyen actualmente, (y se prevé seguirán constituyendo), el principal cliente de las empresas de ingeniería y construcción en Venezuela. Es por ello, que los esquemas de contratación de la industria petrolera influyen de manera significativa en el alcance de los servicios que estas empresas ofrecen. Estos esquemas de contratación han venido evolucionando hacia un concepto de proyecto cada vez más integrado, donde la responsabilidad, y por lo tanto el riesgo asociado, de llevar adelante el proyecto completo recae en la empresa contratista. Estos proyectos han sido denominados "IPC", lo cual significa ingeniería, procura y construcción.

Para responder a estos nuevos esquemas de contratación, OTEPI, empresa consultora de ingeniería venezolana con 34 años en el mercado, se ha visto en la necesidad de ampliar y transformar su capacidad de ejecución, lo cual incluye, entre otros, replantear el sistema bajo el cual se controlan los proyectos.

En efecto, y dado los riesgos que la contratista asume en los proyectos IPC, es necesario establecer un control de proyectos que integre efectivamente las tres fases (ingeniería, procura y construcción) y que permita gerenciarlas en forma dinámica. El control planteado en estos términos es fundamental ya que la rentabilidad del proyecto está directamente relacionada con la calidad de ésta gestión.

Es por esta razón que OTEPI, hace aproximadamente dos años, se vio en la necesidad de realizar una nueva propuesta para el control de proyectos.

En primer lugar, se planteó optimizar cada fase de forma independiente; para esto se realizó hace un año una inversión muy importante dirigida a implementar un sistema mejorado en el área de ingeniería basado fundamentalmente en precedencias; sin embargo con esta propuesta no se lograron los resultados esperados ya que este sistema genérico implementado no logró cumplir con una relación óptima beneficio / costo. Por otro lado, se hizo evidente la necesidad de una estrecha

relación entre las tres áreas para lograr con ello, entre otros, la realización de pronósticos del proyecto como un todo y la visualización de la influencia de una variable en el tiempo y el costo.

Todas estas razones influyeron para que esta propuesta de optimización por partes no fuera finalizada y con ello se desechó la posibilidad de implantar sistemas genéricos en donde la empresa deba adaptarse al mismo.

Tiempo más tarde se inicia un proyecto de control piloto, aún vigente, dirigido a la identificación de las necesidades de OTEPI en relación a control de proyectos. Este proyecto piloto, asociado a un proyecto IPC en curso, ha comenzado a crear consenso y entendimiento organizacional acerca del significado e importancia del control integrado de un IPC ya que adopta la visión de optimizar al todo y no a las partes que lo conforman.

Sin embargo, este proyecto piloto presenta claras limitaciones que la empresa quiere tomar en cuenta para el desarrollo de un sistema homogéneo y estándar. En primer lugar por ser un sistema de control poco planificado y por las carencias en el estudio de las necesidades reales de la empresa, se han tenido que implantar sobre la marcha muchos cambios basados fundamentalmente en el ensayo y error, lo cual ha resultado en retrabajo. En segundo lugar, su implantación se vio afectada por la ausencia de un pensamiento convergente para la manera de controlar un IPC, lo cual ha impedido una captura y estandarización del aprendizaje del proyecto piloto. Finalmente, el sistema de control aplicado está asociado a las condiciones específicas del proyecto en cuestión y por lo tanto es complicada la réplica a proyectos futuros.

Basado en estas y otras experiencias, OTEPI actualmente se plantea el desarrollo de un sistema de control de proyectos que contenga parte de los planteamientos utilizados antiguamente en la ingeniería y al mismo tiempo incorpore nuevas alternativas y mejoras en las tres fases.

En este sentido la empresa se plantea como objetivo implantar un sistema de control de proyecto IPC integrado, dinámico y estandarizado alcanzando así una vía más efectiva para visualizar y gerenciar todos los proyectos IPC. Como primer paso para alcanzar este propósito se ha planteado definir el modelo conceptual bajo el cual se han de controlar los proyectos IPC. Este TEG define y describe el modelo acordado.

Capítulo 1: Familiarización con la empresa

Reseña Histórica

En 1967 nace una empresa dedicada a prestar servicios en el área de estudios y proyectos de ingeniería. La empresa fue bautizada con el nombre de Oficina Técnica de Estudios y Planificación Integral, que corresponde a las siglas de OTEPI. Después de fusionarse con otra firma de servicios de consultoría comienzan sus actividades en el área de ingeniería mecánica. A finales de los años sesenta y hasta mediados de los años setenta, se inicia una etapa de OTEPI en la que la empresa se dedica fundamentalmente a la realización de estudios especiales. Luego en razón de los cambios y nuevas oportunidades del mercado, esta línea de actividad fue progresivamente reemplazada por un mayor esfuerzo en el desarrollo del diseño de ingeniería.

Entre 1975 y 1980 OTEPI comenzó a crecer significativamente aprovechando la gran expansión en Guayana y la gran cantidad de proyectos y estudios derivados de esto. Sin embargo, se decide cambiar las estrategias a fin de garantizar un crecimiento sostenido en el largo plazo, y a partir de ahí nace la idea de incursionar en el sector industrial. Esta decisión se vio afectada por el entorno económico que se desarrolló en la época de la "Venezuela Saudita", por lo que se decidió desinvertir en este sector para dirigir los esfuerzos hacia el fortalecimiento de la capacidad de diseño de ingeniería. En 1978 OTEPI fue seleccionada para desarrollar el diseño del gran complejo de laboratorios para la sede de Intevep, centro de investigación y desarrollo de Petróleos de Venezuela, marcando el inicio de las relaciones de OTEPI con la industria petrolera, la cual es hoy en día el sector que concentra mayor proporción de los servicios de la empresa.

Considerando la crisis económica de 1983 y la contracción que llevó esta a la industria petrolera, OTEPI decide dirigir sus esfuerzos de mercadeo de servicios de ingeniería hacia el mercado industrial lo que le sirvió a la empresa para desarrollar experiencia en el área siderúrgica.

En el período 1985-1990 se inició la expansión regional de OTEPI, abriendo primero una oficina regional en Maracaibo y luego la de Puerto Ordaz, Puerto La Cruz y Maturín.

A comienzos de los 90 el escenario comienza a mostrar cambios, ya que dejó de ser un mercado protegido en el que PDVSA y sus filiales mantenían una política de contratación dirigida a dar la mayor participación posible en sus proyectos a la ingeniería nacional, y la modalidad de contratación se movía hacia proyectos llave en mano, lo que llevó a la empresa a replantear los aspectos del negocio, revisando la visión, misión y los objetivos adaptándolos a las necesidades del mercado.

Visión

"Ambicionamos una empresa contratista general, de carácter internacional, de reconocido prestigio como la empresa líder en el mercado venezolano, poseedora de los mejores recursos humanos, excelente tecnología y financieramente sólida" http://www.otepi.com/home1.htm#mision [08/ 08/2002]

Misión

"OTEPI Consultores, S.A. es un empresa venezolana de ingeniería y construcción dedicada a la ejecución de proyectos, en términos de máxima competitividad, en los sectores de petróleo y gas, energía e industria, en Venezuela y en el exterior." http://www.otepi.com/home1.htm#mision [08 / 08 / 2002]

En la actualidad, OTEPI efectúa proyectos IPC en Venezuela, Colombia, Perú y Panamá; siendo los principales clientes PDVSA, y los operadores extranjeros Ecopetrol, Petroperú y ETESA respectivamente.

Estructura Organizativa

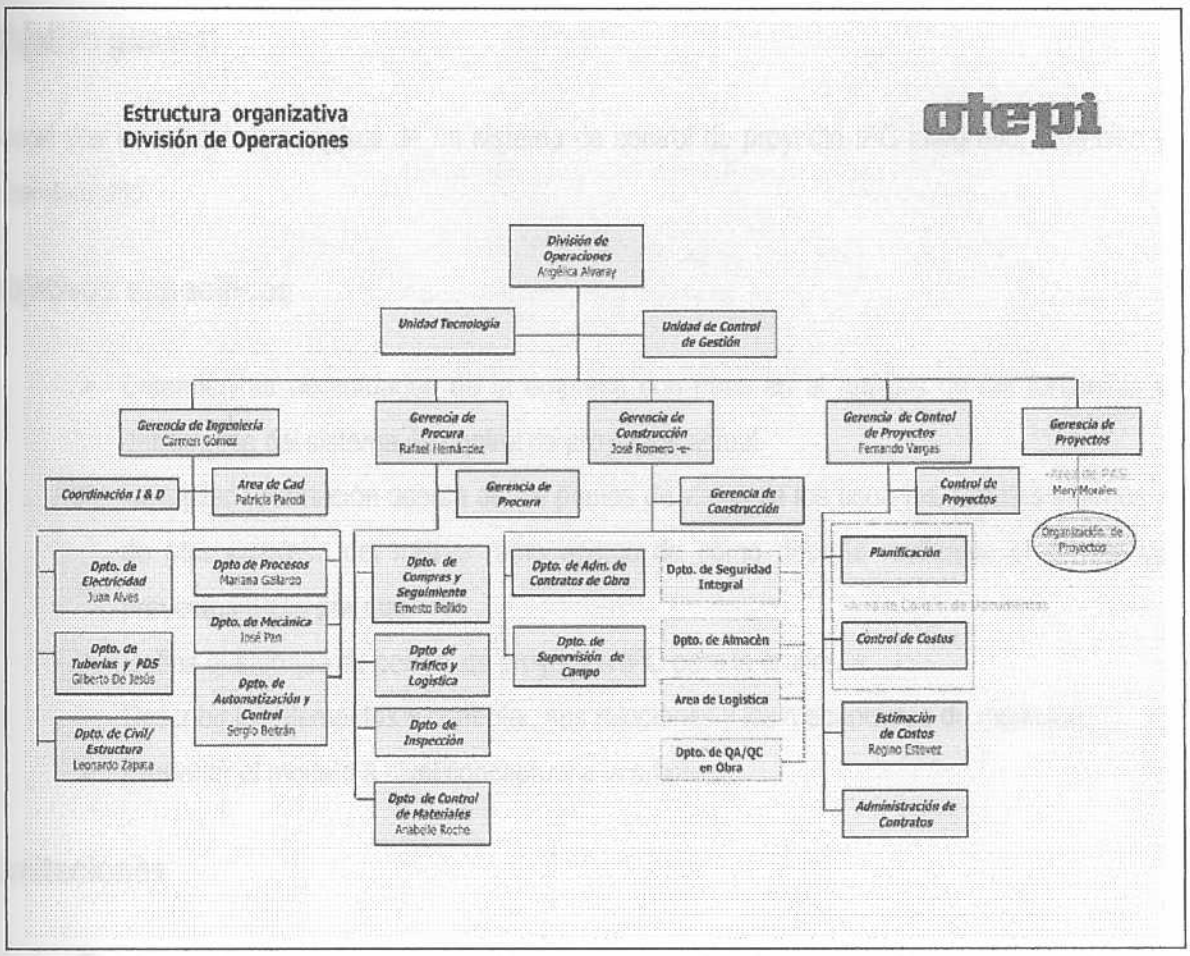


Figura 1: Estructura Organizativa

Capítulo 2: Alcance y limitaciones del trabajo especial de grado

Objetivo general

Desarrollar un modelo conceptual de un sistema de control de proyecto IPC integrado, dinámico y estandarizado.

Objetivos específicos

- Entender las necesidades de la empresa con base en el análisis de las fortalezas y debilidades del sistema de control de proyectos actual.
- Recopilar información acerca de los puntos de vistas de los usuarios, clientes internos y de otra empresa del mismo ramo acerca de cómo debería realizarse el control de proyectos IPC y por qué.
- Definir el enfoque de control de proyectos IPC para la empresa.
- Describir los elementos a controlar, sus relaciones y los mecanismos de medición.
- Proponer el modelo a nivel conceptual a la empresa.

Limitaciones

- El esquema propuesto es aplicable a la ejecución de proyectos cuya modalidad de contratación es la IPC suma global, en particular, en el sector petrolero.
- La investigación en campo tuvo lugar en Venezuela en particular en las ciudades de Caracas y Puerto La Cruz y en tres empresas, una constructora y dos contratistas generales.

Capítulo 3: Marco metodológico

Para cumplir con los objetivos de este trabajo se estableció un esquema metodológico compuesto por 3 etapas consecutivas:

Esquema metodológico

Etapa 1

Objetivo:

- **Conocer los conceptos teóricos sobre los proyectos IPC.**

Resultados:

- **Obtener una idea general sobre el tema.**
- **Preparación para las entrevistas en campo.**

Método:

Investigación documental.

Etapa 2

Objetivo:

- **Familiarización con la empresa.**
- **Conocer las necesidades de la empresa con respecto a control de proyectos.**

Resultados:

- **Entendimiento de la situación actual.**
- **Definición del enfoque de control de proyecto para la empresa.**

Método: Investigación en campo

Más información en anexos 1y2.

Etapa 3

Objetivo:

- **Recopilación de las distintas opiniones sobre los elementos a controlar y como debe definirse modelo para cumplir con el enfoque establecido.**
- **Búsqueda de un consenso sobre modelo de control que se adapte las necesidades de la empresa.**

Resultados:

- **Definición de los elementos a controlar.**
- **Propuesta de modelo de control para la empresa.**

Método: Investigación documental y en campo.

Más información en anexos 3 al 11.

Etapa 1

Fue una etapa de introducción al trabajo, que consistió en la búsqueda de información a través de una investigación bibliográfica que permitiera obtener una idea general del tema y establecer una base para la realización de las entrevistas posteriores.

Etapa 2

Esta etapa tuvo como objetivo recolectar la visión particular de los entrevistados acerca de la situación actual en la empresa y del sistema de control que se debe aplicar para satisfacer las necesidades actuales. La herramienta utilizada fue una guía de puntos a tratar, tal como se muestra en la figura 3. Con base en esta información se realizó un análisis con el objetivo de identificar las necesidades de la empresa, y así definir el enfoque de control para proyectos IPC.

La investigación tuvo lugar en la empresa en estudio (OTEPI) y la constructora GBC dado que juntas conforman el consorcio OTEPI-GBC encargado de la ejecución de varios de los proyectos IPC de OTEPI Consultores. La lista de los entrevistados se presenta en la tabla 1

Puntos a tratar:

- **Evolución del control de proyecto en OTEPI**
- **Deficiencias del Control de proyecto actual**
- **Visión sobre la forma de control de los proyectos IPC**

Figura 3: Guía puntos a tratar

Entrevistado	Cargo
Anabelle Roche	Jefe de Control de Materiales
Angélica Alvaray	Directora de Operaciones
Cesar Inserny	Gerente General
Fernando Cerdeñas	Gerente de Control de Gestión
Fernando Vargas	Gerente de Control de Proyectos
Genero Silva	Jefe de Planificación
Guillermo Luchsinger	Jefe de Planificación y Control
Jesús Rolingson	Gerente de Control de Calidad
Reynaldo Hernandez	Inspector de Calidad
Ricardo Rodriguez	Gerente de Proyecto

Tabla 1: Entrevistados etapa 2

Etapa 3

Una vez definido el enfoque de control para la empresa se inicia una segunda vuelta de entrevistas, con el objetivo de recopilar las distintas opiniones acerca de cuales deben ser los elementos que se deben considerar para controlar un IPC y como debe adaptarse lo que se conoce en materia de control a los problemas particulares de OTEPI y del mercado venezolano. Estas entrevistas estuvieron dirigidas a personal clave dentro del control de proyectos en OTEPI e INELECTRA. La herramienta utilizada fue una guía de puntos a tratar, tal como se muestra en la figura 4. Con esta información se realizó un análisis con el objetivo de definir un modelo conceptual de control para la empresa.

Finalmente, una vez recogida la información emitida por los entrevistados se realizó una discusión dentro de la empresa con el objetivo de confrontar las opiniones recogidas, y llegar a un consenso en cuanto al modelo de control que satisface las necesidades de OTEPI.

Puntos a tratar:

- **Elementos críticos que se deben controlar en un IPC para que este sea exitoso**
- **Como se logra un control de proyecto IPC integrado y dinámico**

Figura 4: guía de puntos a tratar

	Entrevistado	Cargo
OTEPI	Anabelle Roche	Jefe de Control de Materiales
	Angélica Alvaray	Directora de Operaciones
	Cesar Inserny	Gerente General
	Fernando Cerdeñas	Gerente de Control de Gestión
	Fernando Vargas	Gerente de Control de Proyectos
	Guillermo Luchsinger	Jefe de Planificación y Control
	Jesús Rolingson	Gerente de Control de Calidad
GBC	Reynaldo Hernandez	Inspector de Calidad
	Ricardo Rodriguez	Gerente de Proyecto
INELECTRA	Zaida Ortega	Vicepresidente Div. procura
	Pablo Videtta	Gerente del departamento control de proyecto
	José Torres	Vicepresidente proyectos mayores
	Lorman Correa	Vicepresidente de Operaciones

Tabla 2: Entrevistados etapa 3

Capítulo 4: Marco conceptual

Definición de control de proyectos

Es el proceso de seguimiento y análisis a una serie de elementos determinados que permitan evaluar la ejecución de los proyectos y que provean información para la toma de decisiones gerenciales.

Definición de proyecto IPC

Como primer paso para definir un proyecto IPC, se asumirá como válida la siguiente definición de proyecto:

"Es un conjunto de actividades orientadas a un fin común que tienen un comienzo y una terminación" Palacios, Luis Enrique, 1997, (Pág. 27)

En el entorno de las empresas de ingeniería, objeto de este TEG, la modalidad de contratación define el tipo de proyecto. El presente trabajo se limita únicamente a los proyectos bajo la modalidad de contratación tipo suma global en la industria petrolera venezolana, en donde la contratista asume la responsabilidad absoluta del proyecto y es la encargada de todo lo relacionado con la ingeniería, procura y construcción; de ahí que se le abrevie con las iniciales IPC.

En Venezuela, a partir de los cambios en el mercado de los servicios de ingeniería derivados de la política de apertura petrolera, se intensificó la modalidad de contratación del tipo IPC suma global, lo que trajo como consecuencia para las empresas de ingeniería una reorientación del enfoque comercial del negocio hacia el ofrecimiento de paquetes integrados de ingeniería, procura y construcción, y la necesidad de definir estrategias orientadas a mejorar la capacidad tecnológica y de ejecución.

Ciclo de vida de un proyecto IPC

Según Barrie-Paulson (1978), el ciclo de vida de cualquier proyecto IPC se puede esquematizar de la siguiente manera:

- Etapa conceptual.
- Etapa de ejecución.
  - Ingeniería de detalle.
  - Procura.
  - Construcción.
- Etapa de arranque y operación.

Etapa Conceptual

Comprende el reconocimiento de una necesidad de negocio, a la cual debe hacérsele el correspondiente análisis de mercado y el estudio de factibilidad. De esta etapa se obtiene una definición preliminar del alcance y los objetivos, así como una ingeniería conceptual y básica, lo que representa la base sobre la cual se oferta el proyecto al cliente.

Etapa de Ejecución

Consiste en el desarrollo de los objetivos y el alcance establecidos en la etapa conceptual, mediante la ejecución de tres fases:

- **Ingeniería de detalle**

  El diseño de la ingeniería de detalle consiste en la representación desagregada del proyecto por medio de planos y especificaciones que informen a los constructores como ejecutar su labor en el campo. Implica definir y desarrollar las soluciones técnicas bajo una relación costo/beneficio adecuada.

- **Procura**

  Consiste en llevar a cabo las actividades necesarias para la adquisición de los materiales y equipos necesarios para construir el proyecto, además de contratar y subcontratar a terceros que completen ciertas actividades en la construcción.

- **Construcción**

  Constituye el desarrollo de los procesos adecuados para convertir en estructuras físicas lo que está dibujado en los planos, para lo cual se requiere organizar, coordinar y dirigir el recurso humano, los materiales, equipos, tiempo y financiamiento para completar el proyecto dentro del programa estipulado, bajo el costo presupuestado y con la calidad esperada por el cliente.

Generalmente en los contratos de los proyectos IPC suma global que se realizan para la industria petrolera en Venezuela, se establece un lapso en el cual se debe terminar el proyecto. Esta condición generalmente obliga a las contratistas a ejecutar el proyecto de manera acelerada, solapando las fases de ingeniería, procura y construcción para poder lograr los requerimientos del cliente.

Etapa de arranque y operación

Cuando se está acercando el final del proyecto, se realizan actividades que aseguren el correcto funcionamiento y puesta en marcha de lo construido. Entre estas actividades encontramos chequeos, ajustes y correcciones en los sistemas eléctricos y mecánicos para que se adecuen a las necesidades del cliente. También se incluye frecuentemente una etapa de garantía posterior a la finalización del proyecto donde el cliente puede llamar al contratista para que corrija algún problema que no haya sido detectado en las primeras pruebas.

Procesos gerenciales

Paralelamente al desarrollo de cada una de las etapas del ciclo de vida del proyecto, es necesario llevar a cabo una serie de procesos gerenciales. La estructura de estos procesos para los proyectos IPC se adapta a la establecida por el Project Management Institute (PMI), la cual está conformada de la siguiente manera:

- Inicio: consiste en reconocer que una fase debería comenzar y comprometerse a ello.
- Planificación: divisar y mantener un escenario de trabajo para lograr los objetivos.
- Ejecución: coordinar al personal y a los recursos para llevar a cabo el plan.
- Control: asegurarse de que los objetivos de la fase se estén logrando mediante el monitoreo y la medición del progreso así como tomando las acciones correctivas cuando sean necesarias.
- Cierre: Formalizar la aceptación de una fase y llevarla hasta su fin.

Este trabajo especial de grado (TEG),tiene como objetivo el diseño de una propuesta de modelo conceptual asociado al proceso de control que se lleva a cabo dentro de la etapa de ejecución definida en el ciclo de vida para los proyectos IPC.

Retos gerenciales de un proyecto IPC

Los proyectos que se ejecutan bajo la modalidad de contratación IPC suma global en la industria petrolera venezolana destacan porque generalmente deben ejecutarse de manera acelerada para cumplir con los plazos establecidos por el cliente, es decir, que al contrario de los proyectos tradicionales de construcción donde la ingeniería, procura y construcción se ejecutan secuencialmente y en general por empresas contratistas distintas, toda la responsabilidad recae sobre una sola empresa que ejecuta el proyecto solapando las fases a fin de minimizar los costos y el tiempo de ejecución. Como consecuencia, se presentan una serie de retos gerenciales que hay que saber manejar para asegurar el éxito de los mismos:

Integrar: El reto más importante en un proyecto IPC consiste en minimizar el tiempo y los costos de ejecución, manteniendo las especificaciones de calidad requeridas por el cliente. Para lograr esto se tienen que integrar en la planificación, las actividades de ingeniería, procura y construcción entre sí, a fin de poder ejecutar estas actividades de forma paralela o solapada cuando así sea necesario.

Planificar: Hay que saber darle a la etapa de planificación la importancia que merece para poder obtener estimaciones reales de presupuesto, cronogramas y una buena definición del alcance del proyecto, que permita minimizar el impacto de los cambios e imprevistos que se presentan. Por otra parte, una buena planificación se traduce en una base sólida bajo la cual se apoya el control de proyectos para hacer seguimiento a la ejecución, asegurando el cumplimiento de las metas de tiempo, costo y calidad.

Capacidad de respuesta: Es necesario garantizar la rapidez y capacidad de respuesta ante los cambios que se presentan a lo largo del tiempo de ejecución de los proyectos, para así poder ejecutar bajo el presupuesto y el cronograma planificado. Para hacer frente a tales cambios, es necesario contar con un sistema de control donde se involucren e integren las distintas fases, que permita identificar desviaciones a tiempo y adaptarse a las respuestas que se dan a las variaciones. Adicionalmente, es muy importante contar con una organización que establezca y mantenga buenos canales de comunicación entre las distintas fases del IPC de manera de poder coordinar fluidamente

los equipos de trabajo involucrados en las distintas disciplinas que intervienen en los proyectos de este tipo.

Constructibilidad: El Instituto de la Industria de la Construcción de los Estados Unidos, Construction Industry Institute, ha definido constructibilidad como "*el uso óptimo de todos los conocimientos de construcción y de la experiencia en planificación, diseño, procura y operaciones con el fin de alcanzar todos los objetivos del proyecto*", según lo expresado en la Guía de Gerencia de Planificación y Control publicada por PDVSA.

En los IPC, es muy importante que el concepto de constructibilidad se convierta en una actitud de ejecución desde la fase de ingeniería hasta el proceso constructivo, mediante la integración del personal de ingeniería al equipo de construcción y/o viceversa. Esto es debido a que los costos de la construcción representan una gran parte del costo total de los proyectos IPC, y por otro lado, es conocida la influencia que tienen errores en las etapas iniciales del proyecto sobre los costos de la construcción.

Por esto, se considera de gran importancia que los diseños de ingeniería se adapten eficientemente al proceso constructivo para reducir los tiempos de ejecución evitando el retrabajo y los costos de materiales, equipos y de mano de obra.

Criterio de control de costo y cronograma (C/SCSC)

Para la realización de este TEG se utilizó como base teórica el Criterio de Control de Costo y Cronograma, (C/SCSC), establecido por el Departamento de Energía de los Estados Unidos, ya que éste es ampliamente aceptado en los proyectos IPC suma global que se contratan en dicho país, además de haber sido adaptado exitosamente en empresas venezolanas que ejecutan proyectos bajo dicho tipo de contratación.

El C/SCSC implica la *utilización de una metodología de control que integra todos los elementos del proyecto, definidos como todas las actividades y recursos necesarios para la realización del mismo, mediante la* definición de alcance, programación, presupuesto, estado de avance y recursos invertidos, de forma tal que los efectos de un cambio en cualquiera de los elementos relacionados sea identificado y cuantificado, utilizando el concepto de valor ganado.

Para lograr dicha integración el C/SCSC define una serie pasos que deben seguirse, los cuales se enumeran a continuación:

1. Definición del alcance.
2. Codificación y numeración de elementos.
3. Definición del equipo de trabajo.
4. Asignación de responsabilidades.
5. Planificación del trabajo.
6. Estimación del presupuesto.
7. Preparación de las bases de medición.
8. Revisión y autorización del plan.
9. Medición de los gastos reales.
10. Medición del avance físico.
11. Comparación del avance físico, gastos reales y planificados.
12. Toma de acciones correctivas.

Para una explicación detallada de estos pasos, se recomienda la consulta al libro publicado por Arthur Kerridge y Charles Vervalin, 1986.

Concepto de valor ganado

Según DEVAUX, Stephen (1999), cada actividad del proyecto es "ponderada" por alguno de sus atributos que sea a la vez, común en todas las actividades. Luego, a medida que las actividades se finalizan, se dice que el proyecto ha ganado el valor del peso predeterminado a cada actividad.

El atributo por el cual generalmente se ponderan las actividades es el dinero presupuestado para cada una, es decir, al completar uno de los elementos del WBS, el proyecto ha ganado el valor de los Bolívares o Dólares que le hayan sido asignados, independientemente de los costos reales que se incurrieron para su finalización. De la misma manera, a medida que se completan actividades en el desarrollo de un proyecto, al valor ganado del mismo se le añaden los bolívares presupuestado para ellas.

El concepto de valor ganado implica la medición del trabajo realizado en cualquier momento del transcurso de la vida del proyecto para compararlo al presupuesto planificado para dicho trabajo, a fin de cuantificar el desempeño de los costos y el cronograma.

Cuantificación del valor ganado

El valor ganado es determinado mediante el empleo de tres indicadores

1. Costo real del trabajo realizado. (CRTR)
2. Costo presupuestado para el trabajo realizado (CPTR)
3. Costo presupuestado para el trabajo planificado (CPTP)

Costo real del trabajo realizado

Representan los costos que se incurrieron para la realización del trabajo dentro de un período de tiempo.

Costo presupuestado para el trabajo realizado

Representa el valor del trabajo completado. Es en sí el valor ganado y como tal, refleja el progreso alcanzado en el contrato. El CPTR se deriva de determinar el presupuesto asignado para el trabajo realizado, incluyendo las partes terminadas del trabajo que está en progreso.

Costo presupuestado para el trabajo planificado

Representa el progreso que el gerente del proyecto tiene planificado al llegar a cierta fecha; es la suma de los presupuestos asignados a cada paquete de trabajo programados para ser realizados hasta la fecha en cuestión, es decir, es el indicador que muestra el progreso planificado.

Medición del desempeño

Para la medición del desempeño, se debe analizar y comparar las variaciones entre estos tres elementos.

- Las desviaciones en el costo se determinan mediante la comparación entre el CPTR y CRTR. Cuando esta diferencia es negativa, el proyecto se encuentra en una situación desfavorable.

- La diferencia entre el CPTP y CPTR indica una desviación en el cronograma. Esta desviación se expresa en dinero, representando el valor presupuestado del trabajo que falta o que se ha hecho de más, para el momento de la medición.

Adicionalmente, deben hacerse proyecciones de los costos a la finalización del proyecto, con base en los costos incurridos en un momento determinado y las últimas estimaciones del trabajo pendiente. Con base en esto, la diferencia entre la estimación del costo de finalización del proyecto y el presupuesto total del proyecto representa la variación de costos a la finalización. Una vez más, si dicha variación resulta negativa es un indicativo de una situación desfavorable.

Capítulo 5: Control de proyectos IPC

Enfoque de control de proyecto para un IPC

OTEPI actualmente se encuentra en una etapa de transición de una empresa especializada en ofrecer servicios de ingeniería a una empresa contratista general ejecutora de proyectos IPC. Este proceso de transición surge como consecuencia de los cambios en la demanda de proyectos, particularmente en las modalidades de contratación y conlleva la transformación de la capacidad de ejecución, lo cual incluye, entre otros, replantear el sistema bajo el cual se controlan los proyectos.

La primera aproximación para este replanteamiento del control consistió en adaptar el sistema existente a los proyectos contratados bajo la modalidad IPC suma global. Aún cuando parecía viable migrar del sistema de control de proyectos de ingeniería hacia un sistema para controlar proyectos IPC, OTEPI no tuvo el éxito esperado, por lo que ha decidido diseñar, desarrollar e implementar un modelo de control distinto.
Un análisis de la situación actual con base en lo expresado por los entrevistados permitió acotar el enfoque que OTEPI le quiere dar al control de proyecto en la empresa.

Integración

De acuerdo a lo expresado por el personal de OTEPI en las entrevistas, actualmente se planifica y controla el proyecto de forma independiente para cada fase (ingeniería, procura y construcción), teniendo como consecuencia problemas en la comunicación e interacción entre ellas. En función a esto, destacaron la necesidad de un sistema de control integrado que interrelacione todos y cada una de las actividades del proyecto, de forma tal que se pueda identificar y cuantificar el impacto que causarían variaciones en una actividad sobre aquellas con las cuales se encuentra relacionada.

Dicha integración se tiene que buscar a partir de la planificación del proyecto, ya que es durante esta etapa donde se establecen las relaciones que permiten visualizar los proyectos IPC como un todo, en vez de concebirlos como el resultado de la ejecución de actividades correspondientes a tres fases aisladas. En este sentido, la integración no solo corresponde a las actividades del proyecto, sino que

adicionalmente, los procesos de planificación y control deben estar íntimamente relacionados, ya que esta es la base sobre la cual se compara el desarrollo del proyecto. Incluso es necesario que esta integración incluya a todos los involucrados en el proyecto de forma tal que el control de proyecto no sea visto como una responsabilidad exclusiva de un "controlador de proyecto" sino por el contrario sea una actitud de todas las personas que conforman el equipo de trabajo asignado al mismo, permitiendo de esta manera un mejor cumplimiento de los objetivos establecidos.

Dinamismo

Tomando como base la definición de control de proyectos contenida en el marco conceptual, el objetivo del sistema consiste en proveer información para la toma de decisiones gerenciales que se traduzcan en acciones correctivas tomadas, a fin de enrumbar el proyecto según lo planificado. Estas acciones para que sean de utilidad deben tomarse lo más pronto posible, para que las consecuencias de las variaciones que se hayan presentado no afecten irremediablemente el desarrollo del proyecto.

En tal sentido, y de acuerdo a las deficiencias detectadas, un sistema de control de costos basado en la contabilidad del proyecto no promueve la agilidad en la toma de decisiones, ya que los asientos contables por naturaleza, tienen lugar tiempo después que ocurren los hechos, por lo cual al momento de realizar el análisis, poco se puede hacer para remediar los inconvenientes.

Estandarización

Una de las deficiencias más importantes que presenta OTEPI es la heterogeneidad que existe entre los distintos gerentes de proyecto, dado que el control se aplica bajo distintos puntos de vista y por lo tanto no existe uniformidad en los métodos aplicados. En función a esto, es necesario la creación de un lenguaje común para la planificación y control de las tres fases del IPC. De esta forma se mejoran los canales de comunicación y la vinculación en el control con la planificación, beneficiando de esta forma la integración y la capacidad de respuesta.

En conclusión:

El control de proyecto debe ser una herramienta que agrega valor a la empresa y sirva como unidad de apoyo para la toma de decisiones gerenciales.

Para lograr servir de apoyo para la toma de decisiones gerenciales

El control del proyecto debe ser:	Para lograr:	¿Cómo?
Integrado Definición: Que abarca todos los aspectos o partes de una cosa	➢ Verificar el impacto de una actividad sobre el resto ➢ La visualización y optimización del proyecto como un todo y no como la suma de sus partes	➢ Un esquema que contemple los vínculos entre el control y la planificación y donde los elementos que lo componen están diseñados para atender las relaciones entre ingeniería, procura y construcción.
Dinámico Definición: activo, diligente, rápido	➢ Ofrecer un control de proyecto proactivo y no reactivo ➢ Anticiparse al futuro para tomar acciones correctivas a tiempo	➢ Esquema orientado a proveer información de manera oportuna para la toma de decisiones gerenciales
Estandarizado Definición: Patrón, modelo	➢ Definir un lenguaje común para todos los involucrados en el proyecto ➢ Utilizar el mismo modelo de control para cualquier IPC	➢ Un esquema común con las fronteras de cada elementos claramente definidas

Tabla 3: Enfoque del control de proyecto

Una vez identificado el enfoque de control que satisface las necesidades actuales de la empresa, tomando como base el C/SCSC y el resultado de la segunda etapa de entrevistas, se define el modelo conceptual que se esquematiza a continuación y que será explicado posteriormente.

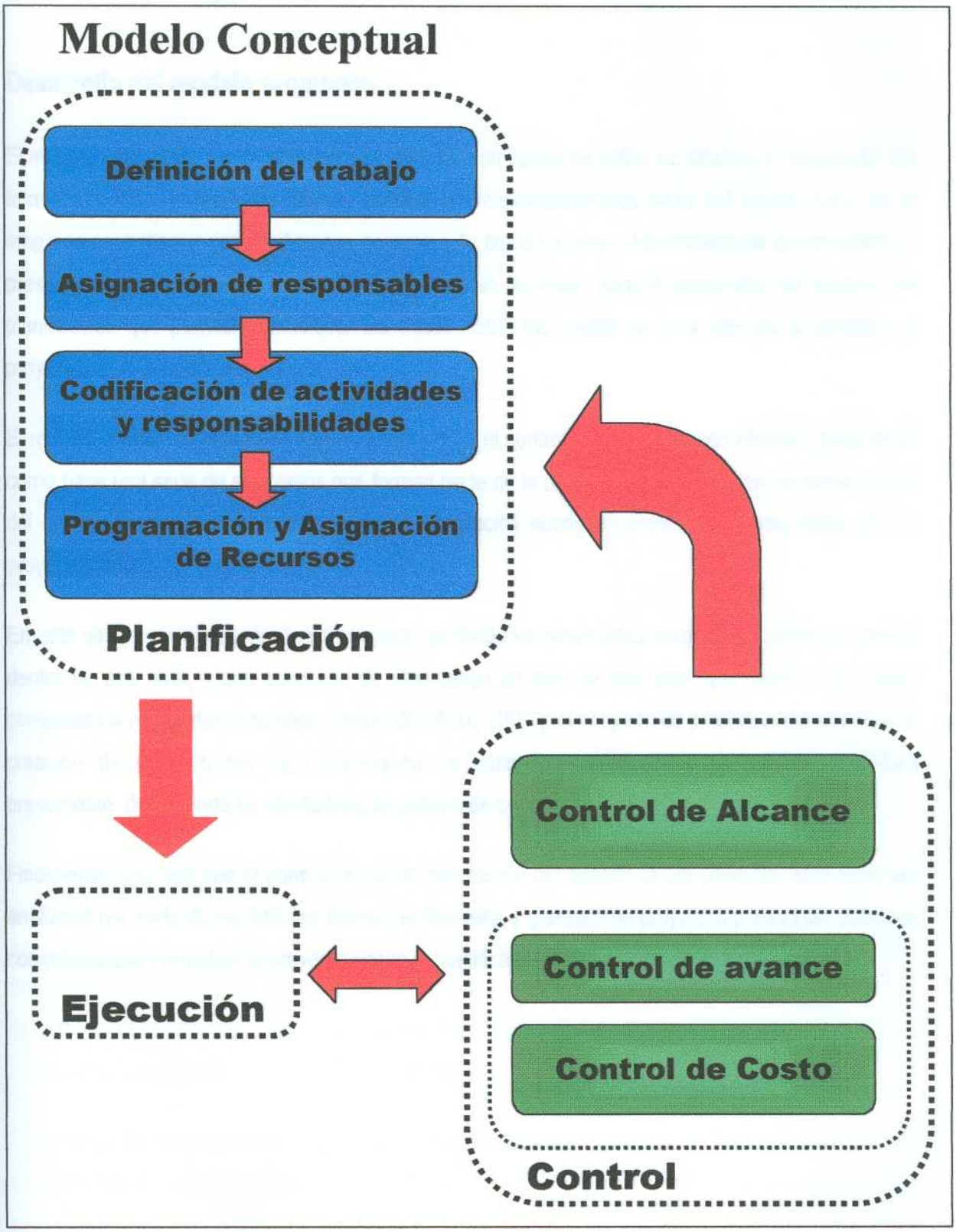


Figura 6: Modelo de control de proyecto

Desarrollo del modelo propuesto

El modelo conceptual parte de una oferta ganadora en donde se define un alcance y establecen las formas de pago, especificaciones de calidad, las responsabilidades tanto del cliente como de la empresa contratista y las condiciones generales de tiempo y costo. Adicionalmente se establece un presupuesto y cronograma inicial. Este es el punto de inicio para el desarrollo del proceso de planificación que permitirá establecer las bases sobre las cuales se va a ejecutar y controlar el proyecto.

El modelo propuesto considera que para lograr que el control de proyectos sea efectivo, debe tener como base una serie de elementos que forman parte de la planificación, que si bien no forman parte del control, lo complementan para lograr la integración necesaria entre las distintas fases de los proyectos IPC.

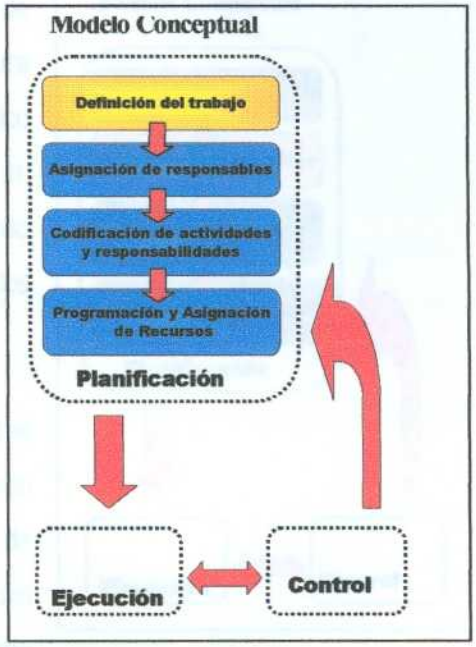
En este sentido es necesario que el proyecto se divida en actividades para que el control se realice dentro de ese nivel, y que cada una de ellas tenga un plan de ejecución que sirva de guía para comparar los resultados obtenidos. Según DEVAUX, (1999), el conjunto de procesos que permiten la creación de estas bases de comparación se denomina planificación, el cual se describirá brevemente, destacando su aporte para el sistema de control.

Finalmente, una vez que el control recoja la información del desarrollo del proyecto, ésta debe ser analizada por parte de los distintos líderes de disciplina y gerentes de proyectos para tomar acciones correctivas que enrumben el proyecto según lo planificado.

Planificación

La planificación tiene como objetivo establecer las bases sobre la cual se va a ejecutar y controlar el proyecto, mediante la desagregación del mismo en actividades que sean ejecutadas a través de una secuencia lógica que permita lograr los objetivos del proyecto, y con una duración estimada de acuerdo a los recursos que se les asigne para su realización. El modelo propuesto divide el proceso de la planificación en cuatro etapas, las cuales se describen a continuación.

Definición del trabajo



Constituye el primer paso dentro de la etapa de planificación y consiste en analizar el alcance definido en el contrato para dividir y organizar el proyecto en actividades que permitan su realización.

Para organizar el alcance en elementos de trabajo manejables se utiliza como herramienta la estructura analítica del trabajo (WBS), en donde se toma la ingeniería básica para desglosar el proyecto en forma de árbol jerárquico y subdividirlo en niveles sucesivos de detalle, hasta lograr un conjunto de actividades a las cuales sea posible asignarles un responsable y recursos para su ejecución y servir posteriormente como base de comparación al control. Todas las actividades definidas en el último nivel del WBS son controladas, y los niveles superiores representan la suma de cada una de las actividades que la componen, en donde se puede resumir la información de costos y recursos producto de la ejecución de dichas actividades.

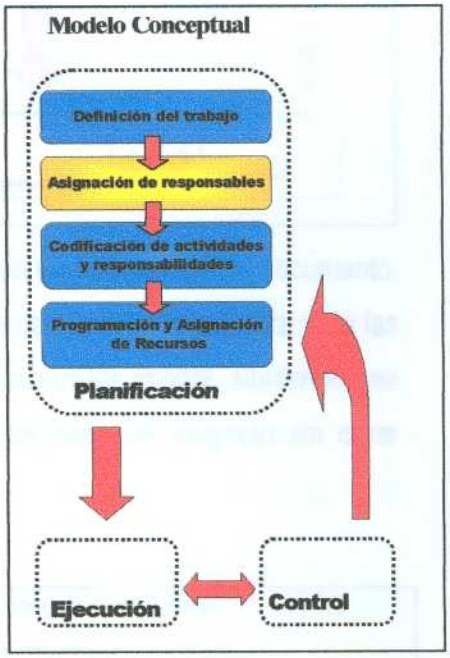
Su aporte para la integración del proyecto se logra mediante la inclusión, en la medida que el grado de definición del alcance lo permita, de todas las actividades de ingeniería, procura y construcción, destacando las relaciones y dependencias entre ellas de forma tal que sea posible medir posteriormente el impacto de una actividad sobre otra independientemente de la fase a la que pertenezca.

Según lo expresado en el Curso de Planificación y Control desarrollado por INELECTRA, la selección del nivel de detalle con que se desagrega el proyecto va a ser determinante, ya que muy poco detalle limitará la efectividad de la planificación y el control, y mucho detalle ofrece excesiva información, perdiéndose de vista los factores realmente significativos del proyecto.

La definición del alcance es la base sobre la cual se ejecuta y se controla el proyecto, y el éxito del mismo va a depender, en primera instancia, de cuan bien se haya logrado dicha actividad.

Asignación de responsabilidades

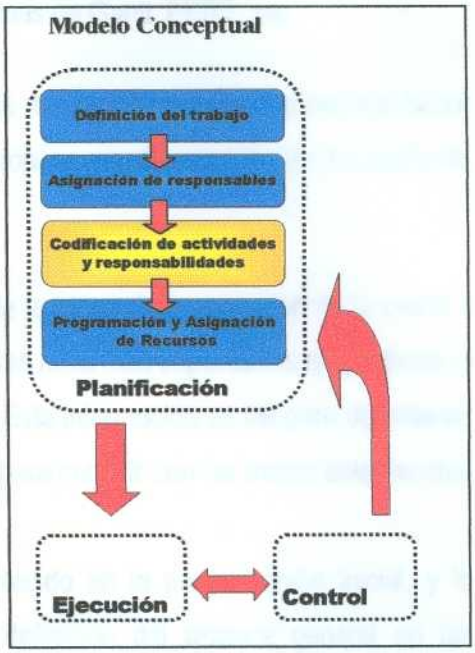
Una vez que el proyecto es desagregado en actividades es necesario asignar a cada una responsables que se encarguen de su ejecución, utilizando como herramienta la estructura organizativa del trabajo (OBS), el cual es un árbol jerárquico similar al WBS, que subdivide los elementos organizativos en sucesivos niveles de detalle en forma de organigrama, definiendo las líneas de autoridad y responsabilidad de todos los involucrados en el proyecto.



El OBS debe elaborarse en función del WBS de forma tal que sean asignados responsables a cada actividad, formando mediante la integración de ambos esquemas una matriz de asignación de responsabilidades, a fin de evitar actividades sin un responsable o duplicaciones de responsables a una misma actividad.

Codificación de actividades y responsabilidades

La base para lograr un control de proyectos integrado consiste en crear un sistema de codificación que permita definir e identificar inequívocamente cada una de las actividades y niveles organizacionales señalados en el WBS y OBS respectivamente, a fin de poder almacenar, buscar, modificar y actualizar información a través de una base de datos que aporte dinamismo en el flujo de información. En función a esto, un sistema informático que maneje esta base de datos resulta beneficioso para que todos los involucrados en la ejecución del proyecto puedan acceder rápidamente en un momento determinado.



Estos códigos pueden emplearse para identificar cierto elemento de acuerdo a sus atributos, ya sea disciplina, función, área de trabajo, tipo de documento, responsables, recursos empleados, etc., dependiendo del nivel de detalle que se requiera y de las necesidades de la organización. Para esto, deben ser asignados sistemáticamente, siguiendo una serie de reglas estrictas que permita al sistema ser aplicable en cualquier proyecto sin crear confusión entre los usuarios.

Programación y Asignación de Recursos

La programación consiste en la determinación de los tiempos de ejecución, así como la secuencia para la realización de las distintas actividades en que se ha dividido el proyecto.

Una vez realizada la desagregación del proyecto y su respectiva asignación de responsables, se debe elaborar una secuencia de ejecución para los elementos definidos en el WBS que permita lograr los objetivos de tiempo y costo propuestos, distribuyendo el presupuesto del proyecto a las actividades y estimando sus duraciones de acuerdo a los

recursos que se asumen estarán disponibles al momento de su realización y a la utilización de rendimientos e índices que sean aplicables de acuerdo a las características de las actividades, para lo cual generalmente se recurre a herramientas como Diagramas de Gantt, PERT, etc.

A medida que se va desarrollando el proyecto, se dispone de mayor información que permite hacer más precisa la programación. En este sentido, su evolución se puede resumir de la siguiente manera:

- *Programa Inicial*: Generalmente se elabora desde la etapa de preparación de la oferta y contiene las fechas críticas para las tres fases y los hitos más importantes que definen el inicio y la culminación de las fases del proyecto. Esta información es útil para determinar de manera aproximada los recursos necesarios para cumplir con las metas establecidas en tiempo.
- *Programa maestro*: Toma como base lo establecido en la programación inicial, y lo desarrolla a medida que se disponga de la definición del alcance general en las disciplinas de ingeniería, la lista de equipos, la lista de las requisiciones de equipos y materiales, los tiempos de entrega de los equipos, las áreas físicas en que se subdividirá la construcción y las cantidades generales de obra en cada una de ellas. Con esta información se elabora un cronograma de ejecución donde se indican los tiempos de cada disciplina de ingeniería, de la fabricación de equipos y entrega de materiales en la procura y desarrollo de las partidas de construcción.
- *Programa Detallado*: Toma como base la información del programa maestro, y desglosa cada una de las actividades en tantas subactividades como sea necesario para el proyecto, tomando como referencia la estructura analítica del mismo, desarrollándola a medida que la información esté disponible. Este programa va a ser lo que en definitiva, servirá como base para el control del proyecto.

  En la etapa de ingeniería cada disciplina debe revisar su alcance y señalar las actividades críticas bien sea por su tiempo de ejecución, por su importancia, por las implicaciones con otras disciplinas, o cualquier otra causa que lo justifique. .

  Para la procura el plan detallado incluye los tiempos de entrega comprometidos por cada uno de los fabricantes y el orden de entrega de los equipos, el cual debe ser revisado

por la gerencia de construcción y la gerencia del proyecto, garantizando así que se cumple con los requerimientos de constructibilidad de la obra.

Para la fase de construcción se requieren los paquetes de licitación que emite ingeniería para el desarrollo de cada uno de los contratos de construcción en donde se detallan las cantidades de obra por partida, las cuales servirán de referencia para determinar la duración de cada una de las actividades. Los desgloses durante esta etapa del proyecto serán efectuados a medida que los paquetes de licitación se vayan elaborando.

Todos los procesos mencionados anteriormente producen como resultado las bases para la ejecución y control del proyecto. Una vez que han sido culminados, es necesario que los resultados sean divulgados a todos los involucrados en el equipo de proyecto, evitando así posibles errores en cuanto a los alcances, presupuestos y duraciones establecidos para cada actividad.

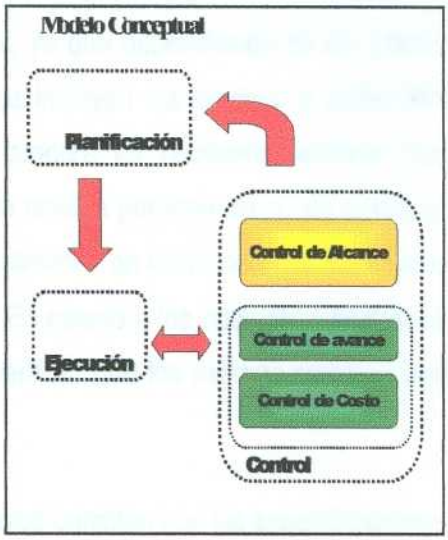
Como se dijo anteriormente, a medida que se va ejecutando el proyecto, la planificación se nutre de información más precisa, por lo tanto, ésta no debe ser rígida para tener capacidad de actualizarse ante los cambios que puedan ocurrir.

Control

El control tiene como objetivo monitorear periódicamente el desarrollo del proyecto para comparar el desempeño obtenido con lo estimado en la etapa de planificación y realizar análisis de tendencias que permitan estimar la situación del proyecto a futuro.

Según el C/SCSC, el cual sirve de base teórica para el modelo conceptual propuesto, la ejecución del proyecto debe controlarse con base en la medición de dos elementos fundamentales, avance y costo. Sin embargo, fue necesario tomar en cuenta el control de un tercer elemento, el alcance, debido a la importancia que le fue dado por los entrevistados para adaptar lo que se conoce en materia de control a los problemas particulares del mercado venezolano.

Control del alcance



Se define como alcance a la suma de productos y servicios que conforman las responsabilidades establecidas en el contrato de proyecto. En función a lo anterior, el control del alcance es la verificación del cumplimiento de dichas responsabilidades a medida que se vayan ejecutando las actividades en las que se ha desagregado el proyecto, con el objetivo de garantizar que los esfuerzos invertidos tengan como resultado lo que fue establecido en el contrato.

Este es el elemento central del control, y para lograr el éxito de esta gestión es necesario que todos los involucrados en el proyecto, independientemente de la disciplina en la cual trabajen, conozcan exactamente la responsabilidad que le ha sido encomendada, para que las tareas que ejecuten correspondan con el trabajo que le ha sido asignado y con las responsabilidades asumidas en el contrato. En función a esto, una vez que cada actividad tenga asignado un responsable, un presupuesto y una programación en tiempo, se deben generar una serie de reportes genéricos o detallados, dependiendo de a quien vayan dirigidos, en los que se resumirá el alcance de cada actividad y que servirá de base de comparación para detectar posibles desviaciones en el mismo. Posteriormente, el control del alcance se debe lograr

mediante el seguimiento a la ejecución de las actividades para asegurarse que cumplan con lo estipulado inicialmente.

En el caso de ingeniería es necesario que se verifique que los diseños establecidos en la ingeniería de detalle corresponden con lo estipulado en la ingeniería básica. En caso de que exista un cambio en el diseño este debe tomar en consideración que el mismo favorezca a la constructibilidad y al mismo tiempo favorezca la rentabilidad del proyecto. Es importante recordar que los cambios en la fase de ingeniería pueden generar mayor o menor impacto en las otras fases dependiendo del momento cuando sean realizadas, en tal sentido para minimizar el impacto en la fase de procura y construcción es conveniente que los cambios en los diseños sean realizados antes de que la lista de requisiciones y la construcción del mismo haya comenzado para evitar de esta forma retrabajo y pérdidas de las compras y en obra.

En la fase de procura el alcance es establecido por ingeniería, ya que dependiendo de los planos elaborados se genera una lista de requisiciones en donde se incluyen los equipos y materiales necesarios. Para la medición del alcance en la fase de procura es necesario verificar que efectivamente las compras realizadas correspondan con la lista emitida por ingeniería, sin embargo a lo largo del proyecto existirán variaciones en cuanto a las cantidades en los materiales, las cuales serán definidas a medida que se va desarrollando el proyecto. En cuanto a los equipos mayores, se debe realizar un seguimiento al proceso de fabricación para verificar que los mismos cumplen con los diseños y las especificaciones establecidas.

En la fase de construcción es necesario verificar que los productos cumplan con las especificaciones establecidas en los planos y con los materiales destinados para ella. Es frecuente encontrar la necesidad de realizar modificaciones en los planos emitidos por ingeniería dado que existen diferencias entre lo diseñado y las condiciones reales a las cuales se enfrenta el constructor. Resulta útil para minimizar estos cambios que el personal de ingeniería tenga experiencia en el área de construcción y realice visitas al lugar para que los diseños puedan ser llevados a cabo, al igual que el personal de construcción forme parte en el proceso de revisión de los planos a fin de identificar posibles errores.

Desviaciones en el alcance

Las desviaciones en el alcance, a medida que se ejecutan los proyectos, pueden ser consecuencia de muchos factores. Sin embargo en los proyectos IPC existen ciertas circunstancias que frecuentemente constituyen fuentes de desviaciones.

Una de las causas fundamentales de cambios en este de tipo de proyectos es que en las etapas iniciales del proyecto aún no es posible determinar unas cantidades dado que esto es producto de la ingeniería de detalle, por lo que en muchos casos las estimaciones realizadas en las etapas iniciales del proyecto no se apegan a la realidad.

La forma de ejecución del proyecto también puede ser determinante para una mayor o menor cantidad de cambios. En proyectos IPC es frecuente encontrar que debido a los lapsos establecidos para la finalización de un proyecto sea necesario utilizar formas de ejecución aceleradas o fast-track, en donde las fases de ingeniería, procura y construcción se solapan en algún momento del proyecto. Esta aceleración no permite la finalización de una fase para dar el inicio a la siguiente, por lo que en muchos casos se deben hacer suposiciones para comenzar actividades en donde aún no se ha definido claramente los requerimientos de la misma. Un ejemplo típico en los IPC ocurre en la fase de procura, en donde antes que los planos hayan sido finalizados, se deben colocar las ordenes de compra en función de unas cantidades estimadas. Posteriormente cuando los planos han sido revisados y aprobados, es normal que existan diferencias entre las estimaciones y las cantidades establecidas en los planos de ingeniería. Incluso puede darse el caso que ocurran cambios en el diseño y como consecuencia, los materiales pueden dejar de ajustarse a las necesidades del nuevo diseño.

Cambios de alcance

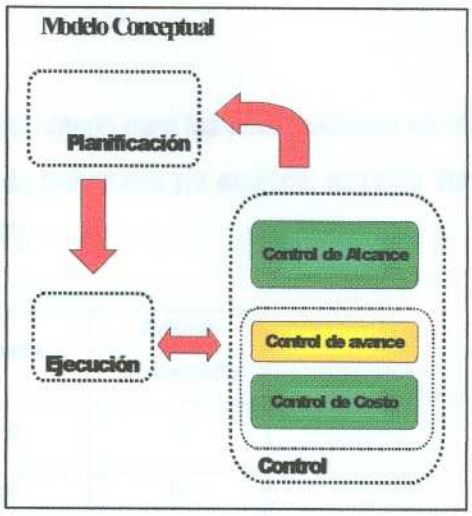
Toda variación en el alcance de los trabajos definidos al inicio del proyecto, constituye lo que se denomina un cambio de alcance. Cuando tal variación es detectada, debe emitirse una orden de cambio indicando el impacto de dicho cambio sobre la programación, horas hombre y costos adicionales que involucra.

Es frecuente encontrar en este tipo de proyectos una gran cantidad de cambios a medida que se ejecuta debido a distintas causas, entre las cuales la más común la constituye la falta de definición del alcance cuando el contrato se firma, ya que trae como consecuencia que la contratista del IPC tenga que asumir ciertos aspectos en el contrato que no necesariamente corresponden a lo que requiere el cliente.

En tal sentido, el control de cambios de alcance también es un tema de suma importancia ya que es necesario que todos los cambios que se produzcan en el plan establecido sean documentados y conocidos por todos los involucrados en el proyecto, por lo cual es necesario llevar un registro exacto de los cambios que se generan a lo largo de la ejecución de un proyecto.

Con base en lo anterior, es necesario que el sistema de control pueda identificar rápidamente los cambios que puedan producirse en el alcance del proyecto, de forma tal que se puedan tomar medidas que permitan la minimización del impacto de una actividad sobre otra. Para lograr esto se depende mucho de la habilidad de cada una de las personas de identificar cualquier desviación, ya sea del cliente hacia el ejecutor o una desviación interna del equipo de trabajo, para luego llevar esta información al líder de disciplina correspondiente, a fin de analizarla y tomar la decisión adecuada.

Control de avance



Consiste en monitorear el progreso del proyecto estableciendo criterios que permitan evaluarlo de acuerdo a los distintos tipos de actividades, de manera que al compararlas con el programa original se puedan identificar desviaciones, permitiendo así la toma de acciones correctivas que garanticen el logro de los objetivos propuestos.

La definición de estos criterios de medición depende de la naturaleza de cada actividad, pero en general el progreso está determinado por el cumplimiento de hitos predeterminados en la programación del trabajo, asignando cierto porcentaje de completación a la actividad cuando se hayan alcanzado ciertos logros en el avance físico.

Para la mayoría de los contratos IPC suma global que se manejan actualmente en la industria petrolera venezolana, la forma de pago que se acuerda con el cliente está relacionada con el cumplimiento de hitos en la completación del trabajo y la determinación de los criterios de avance está íntimamente ligada con la forma de pago acordada con el cliente. Sin embargo, esto puede generar confusiones, ya que no es la forma de pago sino la cantidad de recursos necesarios lo que determina el progreso físico de una actividad.

En este sentido es necesario lograr un acuerdo con el cliente para que las ponderaciones acordadas en la determinación del progreso de las actividades sean coherentes con la cantidad de recursos necesarios para su realización.

Control del avance en Ingeniería

Teniendo como base el WBS, las actividades definidas en él se dividen a su vez en productos tangibles asociados a ellas. Para el caso de ingeniería, dichos productos se resumen en planos y documentos (especificaciones, cálculos, lista de equipos, informes técnicos, etc.) El avance de cada actividad estará determinado por la culminación de estos productos, los cuales tienen un peso dentro de la actividad en función del presupuesto en

horas-hombre (HH), aprobado para cada uno de ellos. Adicionalmente, Cada plano o documento estará dividido en pequeñas metas ponderadas según la cantidad de HH autorizadas.

A continuación se muestra un ejemplo que establece el criterio para las ponderaciones en la elaboración de documentos técnicos, informes, lista de materiales y/o equipos, extraído del Curso de planificación y control de INELECTRA, (1997).

Descripción	Etapa	% Avance	Avance Acumulado
Búsqueda de información	1	10	10
Emisión Interna	2	50	60
Revisión interna y envío para comentarios	3	20	80
Incorporación de comentarios	4	15	95
Emisión para licitación	5	5	100

Tabla 4: Ejemplo avance en ingeniería

Control del avance en Procura

La medición del avance físico se puede determinar en función a una ponderación estimada para cada equipo o material necesario en el proyecto, de acuerdo al costo y al tiempo de entrega de cada solicitud. Adicionalmente cada solicitud se mide en función de la terminación de eventos claves dentro del proceso de adquisición de dicho equipo o material, estableciendo estos hitos conjuntamente entre el grupo de control de proyectos, procura y el cliente.

La procura tiene la dificultad de depender de la capacidad de los proveedores para lograr entregar los equipos y materiales en las fechas acordadas. Para controlar esto, se debe realizar un estudio a los distintos proveedores que permita asegurar la selección de aquellos que han tenido la capacidad para responder en los tiempos establecidos y un seguimiento que permita garantizar la entrega de los materiales y equipos en las fechas establecidas.

La medición del avance en procura, puede ser dividida en dos grandes grupos materiales y equipos, ya que el proceso para la adquisición de los mismos tiene particularidades en cada caso.

Materiales: Para el control del avance en los materiales se establece una ponderación a las distintas etapas por las que pasan las órdenes de compra, desde que se seleccionan los proveedores para cada material hasta que llega a obra. En este caso, el proceso debe tomar en consideración que las cantidades emitidas inicialmente por ingeniería, en general, son aumentadas, es por ello que es necesario colocar actividades contingentes con una ponderación para que el avance no sufra variaciones erróneas en la procura.

Equipos: En este caso el control del avance se realizará ponderando cada etapa para la fabricación del equipo en cuestión. Para el seguimiento del progreso en la fabricación de los equipos, es recomendable asignar personal de la empresa para realizar un seguimiento al fabricante con el fin de verificar que el alcance esté siendo cumplido y de constatar que el equipo será entregado en la fecha acordada.

A continuación se presenta una tabla extraída del Curso de planificación y control de INELECTRA (1997), que muestra un ejemplo de las ponderaciones que se le pueden dar a las etapas en el proceso de compra y seguimiento a materiales y equipos:

Descripción	Etapa	Equipos	Materiales
COMPRA			
Solicitud de cotizaciones	1	10	10
Recepción de ofertas	2	20	20
Colocación de orden de compra	3	70	70
SEGUIMIENTO			
Emisión preeliminar de planos de fabricación	1	10	-
Aprobación de planos de fabricación	2	5	-
Recepción de materiales para fabricación	3	20	-
Fabricación y pruebas	4	55	86
Equipos y materiales en sitio	5	10	14

Tabla 5: Ejemplo avance en procura

Control del avance en Construcción

Por lo general, dependiendo de la magnitud y la estrategia de construcción establecida, se dividirá la obra en distintos contratos, y cada contrato en partidas y sub-partidas. De esta manera, cada contrato representa un proyecto independiente, para la contratista, relacionadas entre si mediante el WBS, y el control se realizará a nivel de partidas definidas para cada contrato. Posteriormente estas partidas deben ser divididas en etapas de acuerdo al proceso de completación física.

Para una correcta evaluación del avance físico en la construcción es necesario que el alcance de los contratos de construcción esté claramente definido para poder ser controlado de acuerdo a hitos tangibles, los cuales deben tener asignados un peso sobre la finalización de la actividad y ésta a su vez sobre la finalización del contrato a la que pertenece.

Adicionalmente, cada actividad deberá ser medida de acuerdo a unidades de obra que sean coherentes con el tipo de labor que haya que realizar.

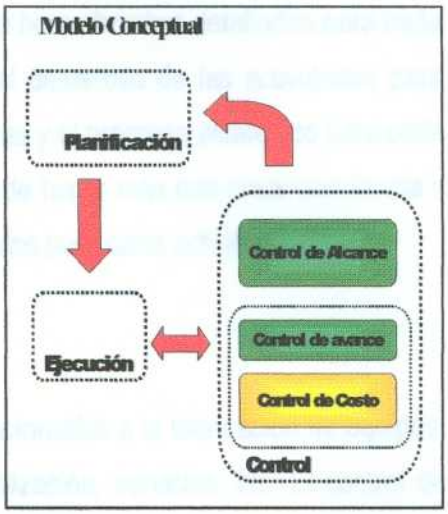
A continuación, se muestra un ejemplo para la definición de hitos en una actividad de instalación de equipos eléctricos, extraído del Curso de planificación y control de INELECTRA (1997).

Instalación de equipos eléctricos	Unidades	% Avance	% Avance Acumulado
Traslado a sitio		10	10
Izado/Colocación sobre bases	Unidad	40	50
Apernado/fijación	Por equipo	30	80
Armado/ajustes (si aplica)		20	100

Tabla 6: Ejemplo avance en construcción

En este tipo de proyectos es frecuente encontrar que parte de la construcción sea ejecutada por subcontratos a terceros. En estos casos, el control de dichos subcontratos va a depender del tipo de contratación que se haya realizado.

Control de costo



El control de costos puede definirse como una metodología que permite establecer una comparación continua entre los costos esperados de un proyecto y los costos incurridos durante su ejecución, con el objetivo de disponer de la información necesaria para identificar cualquier desviación que se pueda presentar, a fin de tomar las acciones que sean necesarias para garantizar la rentabilidad del proyecto.

En tal sentido, el sistema de control de costos debe ser un sistema de aviso anticipado que ayude a detectar y analizar desviaciones en el presupuesto, generando proyecciones que permitan el análisis de tendencias de los costos hacia el futuro. Adicionalmente, debe producir reportes periódicos del desempeño de los costos en el proyecto que contengan recomendaciones y alternativas ante los problemas para que sirva como base a la toma de decisiones gerenciales. Para lograr estos objetivos, según lo expresado por el personal en OTEPI, el sistema de control de costos debe responder a una filosofía por la cual, no importa tanto la exactitud de la información que él emite, sino la prontitud con que se disponga de ella para su respectivo análisis.

Independientemente del sistema particular que se utilice, para que pueda ser efectivo debe basarse en una buena planificación que haya logrado una desagregación del proyecto en actividades a las cuales se les pueda realizar estimaciones en tiempo y costo realistas, que permitan asegurar que las desviaciones que se puedan presentar no son producto de una base de comparación inadecuada. Por otro lado, la gerencia de proyectos debe revisar la información que emite el sistema de control para tomar las acciones correctivas cuando sean necesarias.

Control de costos de Ingeniería

Los costos directos a controlar en ingeniería son fundamentalmente los salarios y honorarios profesionales; los costos indirectos son: fax, teléfonos, reproducciones, viáticos, transporte,

etc. El mayor de estos costos los representan los salarios del personal de oficina, y pueden ser efectivamente controlados con base en las horas asignadas al proyecto.

Para controlarlos, se toma como base los estimados de horas-hombre detallados para cada actividad, y se debe hacer un seguimiento continuo al desarrollo de las actividades para determinar los costos incurridos por el uso de estas horas y el progreso alcanzado para cada revisión. Para controlar los costos indirectos no se puede hacer más que crear conciencia y vigilar que no se incurran en más gastos de los estimados para cada actividad.

Control de costos en procura

En el caso de procura los costos a controlar están relacionados a la fabricación de equipos, cantidad de materiales, transporte y seguros, nacionalización, servicios, etc. El control de costos será realizado por orden de compra revisando en cada una la forma de pago y su fecha de llegada.

Cada orden de compra emitida por procura representa un compromiso que debe ser registrado para su posterior seguimiento. A medida que se vayan cumpliendo hitos de entrega de acuerdo a lo acordado para cada orden de compra, se van reconociendo unos costos invertidos. Para el pronóstico de los costos finales de materiales y equipos se debe tener información de las órdenes colocadas, las faltantes por colocar, desperdicio de materiales, daños en los equipos y algunas contingencias que se consideren por la inflación del mercado.

Control de costos en construcción:

En proyectos IPC, la fase de construcción puede ser tan amplia que es necesario separarla en las distintas disciplinas o especialidades que se ven involucradas, (civil, electricidad, mecánica, tuberías, etc.) y estas etapas a la vez se dividen en contratos.

En general, los costos en la construcción se pueden resumir en

- Mano de obra.
- Alquiler, compra y mantenimiento de equipos y herramientas de construcción.

- Gastos de obra.
- Supervisión y gerencia.

Una vez más, es necesaria la realización previa de estimados de rendimientos por actividades, que incluyan la utilización de materiales y equipos por actividad, para así poder tener una base de comparación sobre la cual tomar decisiones. Con base a estos estimados se debe hacer el monitoreo al progreso de las actividades de construcción para determinar los costos ejecutados y de esta manera, poder establecer pronósticos a futuro.

Metodología de control.

Finalmente, deben existir procedimientos normalizados para evaluar los costos a medida que se vayan incurriendo en ellos, reportar periódicamente el desempeño del proyecto y realizar las proyecciones. En el caso particular de OTEPI, la empresa recientemente implantó la metodología del resultado operativo, el cual es una aplicación del concepto de valor ganado[1] y del cual se resumen brevemente los conceptos fundamentales y el procedimiento para su elaboración.

Resultado Operativo: es la representación monetaria del cronograma de ejecución de un proyecto. El RO está compuesto por cinco partes: venta, costo, costo aplicado, resultado pendiente y margen.

Venta: Es la representación monetaria de la ejecución de un proyecto. En otras palabras, la venta es el valor monetario ganado por el proyecto y no necesariamente la forma de pago.

***Costo*:** Es la cuantificación monetaria de todos los recursos consumidos durante un periodo determinado para la elaboración de un producto. De esta manera, la causa del costo no es el producto propiamente dicho, sino el consumo de recursos.

Costo aplicado: Es el costo presupuestado del avance ejecutado, este costo representa el valor ganado por el proyecto.

Resultado pendiente: Es la diferencia entre el costo real y el costo aplicado.

---

1 ver marco conceptual

Margen: En esencia el margen es la diferencia entre la venta y el costo. Sin embargo existen dos maneras de calcularlo. La primera es obteniendo la diferencia entre la venta y el costo real. La segunda es calculando la diferencia entre la venta y el costo aplicado.

Comprometido: Representa cada uno de los compromisos adquiridos por las disciplinas involucradas en la ejecución del proyecto.

Valorización: Se denomina valorización a aquella porción de la venta total del proyecto reconocida por el cliente como ganada por el proyecto. Es decir es aquella porción de la venta que corresponde al avance económico del proyecto. Su medición está condicionada por las cláusulas contractuales del mismo.

Meta: Es la estimación más certera que se tiene del resultado operativo antes de comenzar su ejecución.

Filosofía del resultado operativo

El resultado operativo se basa en la filosofía por la cual los márgenes, mensuales o acumulados, no son por si solos referencia para estimar la desviación económica del proyecto respecto a su margen final.

De esta manera, es necesario representar el plan de ejecución de un proyecto en valores monetarios y hacerle un seguimiento mensual para estimar las desviaciones respecto al plan en mención. Para optimizar dicho análisis el resultado operativo utiliza los conceptos de costo aplicado y resultado pendiente.

Es importante mencionar que el resultado operativo funciona en forma independiente de la contabilidad. Así se pueden establecer tres costos distintos, uno proporcionado por la contabilidad, otro calculado en el proyecto de acuerdo al consumo de recursos en un periodo y el tercero, denominado costo aplicado.

En función de la venta acumulada y el margen proyectado, es posible calcular un tercer costo denominado costo aplicado. En síntesis, dado un margen, el costo aplicado es el costo presupuestado que se debió incurrir para el avance ejecutado. Sin embargo, en muy pocas

ocasiones es igual al costo real del proyecto, debido a que usualmente existen eventos que distorsionan la linealidad entre venta y costo. Entre estos tenemos por ejemplo que no todos los trabajos se evalúan en el mismo período en que se ejecutan, no todas las fases del proyecto tiene el mismo margen, existen costos particulares en el arranque y finalización de un proyecto entre otros.

Procedimiento para la elaboración del resultado operativo

El resultado operativo se logra en forma independiente de la contabilidad, por lo que es necesario tener sistemas que permitan registrar en el proyecto el consumo de recursos en un período determinado. De esta manera, para lograr el control de un IPC se deben registrar entre otras, mano de obra, materiales, equipos, supervisión y gerencia.

El proceso comienza con la planificación inicial y costo meta. Con estas dos herramientas se elabora el primer resultado operativo, el cual debe actualizarse mensualmente mediante el registro de los recursos consumidos por el proyecto en bases de datos. Por otro lado, la valorización mensual provee la información necesaria para la elaboración de la venta.

Una vez registrada la información acumulada durante cierto período, (generalmente durante un mes), se procede al análisis de variaciones respecto a lo previsto y sus proyecciones. El formato del RO donde se registra la información se muestra en el anexo 12.

Como último paso se elabora un informe del resultado operativo, el cual debe incluir como parte fundamental las recomendaciones para asegurar la rentabilidad del proyecto.

La escalación

En los proyectos IPC es necesario incluir fórmulas escalatorias con el objetivo de cubrir la inflación. Es frecuente utilizar distintas fórmulas escalatorias para servicios, materiales, equipos, construcción y todos sus costos asociados, ya que la proyección de los costos al final de la escalación forma parte del presupuesto asignado al proyecto. Para una buena relación con el cliente y los distintos proveedores, es recomendable transmitir la fórmula escalatoria a estos para cubrir posibles eventualidades.

Análisis y toma de decisiones.

El proceso de control produce una cantidad de información con respecto al desarrollo del proyecto, en la cual se deben destacar las desviaciones existentes respecto al plan inicial, así como proyecciones que permitan estimar el estado del proyecto en el futuro. Dicha información debe organizarse para resumirla en una serie de reportes, los cuales clasifican la información de acuerdo a la persona a quien vayan ser dirigidos, para que solo contenga la información relevante a los distintos líderes del proyecto, a fin de analizar las desviaciones existentes y tomar acciones correctivas que permitan el logro de los objetivos en tiempo y costo inicialmente establecidos. De esta manera, estas decisiones pueden implicar la reprogramación del trabajo, reasignación de recursos a las actividades afectadas, modificación en la forma de ejecución de las actividades, o en el mejor de los casos, simplemente ignorar la desviación. De cualquier manera, es recomendable que las decisiones se tomen lo más temprano posible para que tengan menor impacto en los costos y el cronograma de proyecto.

Capítulo 6: Conclusiones y recomendaciones

Durante la investigación realizada para proponer un modelo conceptual de control para proyectos IPC, se pudo llegar a las siguientes conclusiones y recomendaciones:

El sistema de control de proyectos debe ser integrado, de tal manera que las interrelaciones entre las diferentes actividades de las fases de ingeniería, procura y construcción permitan evaluar los efectos que producen cambios en una actividad sobre aquellas con la cual esté relacionada.

La base del control de proyectos está en la planificación. Una buena planificación permite la interrelación de las diferentes fases y por lo tanto la posibilidad de analizar el proyecto como un todo.

El sistema para controlar proyectos IPC debe ser dinámico, para lograr proveer información en el momento oportuno y de la misma forma anticiparse al futuro mediante la elaboración de proyecciones que permitan a la gerencia tomar acciones correctivas a tiempo.

El sistema de control de proyectos que se implante debe ser capaz de adaptarse a todos los proyectos IPC suma global que ejecute la empresa.

En la actualidad, OTEPI maneja bien el control de costos. Sin embargo existen deficiencias en la capacidad de proyectar los resultados al final del proyecto por lo cual recomendamos que se asignen los recursos para lograr el desarrollo de la capacidad de planificación.

Aunque este modelo fue hecho tomando en cuenta las opiniones de los usuarios del sistema, es importante que cuando se haga el diseño detallado del mismo se divulgue en toda la organización para que su implantación sea lo más eficiente posible.

Bibliografía

BIORD CASTILLO R., *Reglas de juego para los informes y trabajos de grado*, IUSPO-UCAB, Caracas 2001.

DUNCAN W., *A Guide to the Project Management. Body of Knowledge.* Project Management Institute, U.S.A., 1996.

KERRIDGE-VERVALIN (ed. por), *Engineering & Construction. Project Management*, Gulf Publishing Company Book Division, Houston, 1996.

BARRIE-PAULSON (ed. por), *Professional Construction Management*, McGraw-Hill, 1978

DEVAUX S., *Total Project Control*, New York, 1999

TAHA H. *Investigación de Operaciones una introducción*, Prentice hall, México 1998.

INELECTRA, *Curso de planificación y Control.* Primera Revisión. Venezuela 1997.

PALACIOS A, Luis Enrique. *Principios esenciales para realizar proyectos. Un enfoque latino.* Publicaciones UCAB. Caracas 2002.

PDVSA, *Guía de Gerencia Para Proyectos de Inversión de Capital.* Primera Revisión. Venezuela 1999.

OTEPI, *Taller de Control de Proyectos-Control de Costos*. Primera Revisión. Venezuela 2002.

UNIVERSIDAD CATÓLICA ANDRÉS BELLO

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

DESARROLLO DE UN MODELO A NIVEL CONCEPTUAL DE UN SISTEMA DE CONTROL DE PROYECTOS IPC PARA UNA EMPRESA CONSULTORA DE INGENIERÍA

REALIZADO POR Adriana Cárdenas Chirinos

Michel Inserny Mazuera

PROFESOR GUIA Ing. Marianella Paúl

FECHA Caracas, Octubre 2002.

Anexos

Síntesis de entrevistas

Entrevistado	Deficiencias del Sistema de Control según los entrevistados
Fernando Cerdeñas	➢ El control de proyecto está focalizado en el control de HH, por lo que no es posible controlar a los materiales y equipos. ➢ No existe un lenguaje común, se tienen ideas distintas de una misma información. ➢ El control de costos está basado en la contabilidad, por lo que refleja información pasada. ➢ No existe un control de productividades. ➢ Falta de capacitación del personal lo que se refleja en un bajo rendimiento del mismo. ➢ Las herramientas utilizadas no se adaptan a las necesidades actuales. ➢ No se visualiza el IPC como un todo sino como la suma de sus fases. ➢ Carencia de un responsable del proceso de control de proyecto. ➢ Falta de sistematización e integración. ➢ No se reportan todos los cambios en los contratos.
Cesar Insemy	➢ Trata de adaptar la forma de control de ingeniería a un IPC. ➢ El sistema actual no está diseñado para problemas particulares. ➢ Las ponderaciones dadas a las actividades para la medición del avance del proyecto son colocadas según la forma de pago, por lo que no necesariamente refleja el avance físico del mismo. ➢ El sistema de control de costo ofrece la información en forma tardía. ➢ Deficiente capacidad de respuesta. ➢ Control de proyecto poco integrado.
Angélica Alvaray	➢ Las herramientas actuales solo son capaces de controlar horas-hombre. ➢ El avance es ponderado de acuerdo con la forma de pago por lo que no refleja necesariamente el avance real del proyecto. ➢ El control no ve el proyecto como un todo. ➢ El problema en OTEPI es la heterogeneidad de las formas de control, al no haber una metodología para seguir en control de proyectos, cada gerente lo controla a su manera..
Fernando Vargas	➢ Deficiente medición de productividades. ➢ El control del proyecto no se ve como un todo. ➢ No se ven los proyectos como negocios. ➢ El avance del cliente no es igual al avance físico de la obra.
Jesús Rolingson	➢ No se guarda una data histórica del proyecto. ➢ El factor humano no tiene experiencia en obra. ➢ El control de proyecto actual no es capaz de controlar un proyecto de cualquier tamaño. ➢ El proceso de planificación y control es visto como unidades separadas. ➢ La función de control es visto como exclusivo de un departamento. ➢ Falta capacidad para controlar a subcontratistas. ➢ No hay autoridad, un controlados que se involucre de lleno con el proyecto.
Guillermo Luchsinger	➢ El control de proyecto solo puede controlar horas-hombre. ➢ El control de costo está basado en la contabilidad. ➢ El sistema de control no es capaz de soportar cambios de alcance. ➢ No existe una data histórica de productividades para pronosticar proyectos similares.
Anabelle Roche	➢ El control de avance en procura no refleja la realidad. ➢ El control de proyecto no integra la fase de procura en el proyecto.
Genaro Silva	➢ Carencia de un enlace entre almacén y facturación. ➢ Deficiencia en los canales de comunicación entre procura y construcción. ➢ Falta de experiencia de ingeniería en construcción.
Reynaldo Hernández	➢ Se recibe excesiva información por lo que se pierde aspectos significativos del proyecto. ➢ Estimado no se alimenta de experiencia propia de la empresa.
Ricardo Rodríguez	➢ Deficiente interacción entre las disciplinas de construcción.

Anexo1 : síntesis de las deficiencias de empresa según los entrevistados

Entrevistado	Visión sobre como debe ser el control de proyecto en la empresa
Fernando Cerdeña	El control de proyecto es como un mesa que para mantenerse en pie necesita cuatro patas: planificación, costos, productividad y contratos. El control del proyecto debe velar para que se diseñe según lo presupuestado, combinar eficiencia y eficacia, optimizar el todo, que la planificación permita holguras en la construcción para que esta no pare, debe permitir mayor vinculación con el negocio, reportar todos los cambios en el contrato, soportar cambios de alcance. El control de proyecto debe verse como una herramienta que agrega valor a la empresa, debe ofrecer prontitud en la información, anticiparse al futuro, tener capacidad de auditar técnicamente los proyectos y debe ser mayor en las actividades críticas.
Cesar Insemy	El control de proyecto debe ser integrado de forma tal que permita verificar el impacto de un actividad sobre el resto, debe ofrecer la información necesaria a tiempo para la toma de decisiones, debe ser capaz de medir el progreso físico de la obre independientemente de lo que diga el contrato y que tenga las herramientas necesarias para el control. El control debe visualizar al proyecto como un todo y no como la suma de sus partes
Angélica Alvaray	El control de proyecto debe verse como un todo y no como la suma e sus partes, debe optimizar el todo, anticipar y servir de unidad de apoyo en la toma de decisiones, el lenguaje de control debe ser estandarizado, ver la cadena no por el peso sino por la resistencia del mas débil. El control de proyecto debe ser proactivo y no reactivo
Ricardo Rodríguez	El proceso de control debe ser capaz de ofrecer información que te permita gerenciar los riesgos El sistema de control debe hacer crecer a la empresa El control debe velar porque la ingeniería se haga a tiempo y con la calidad establecida, la procura entregue los equipos y materiales a tiempo y dentro del presupuesto, y en la construcción porque las productividades se mantengan según lo establecido
Jesús Rolingson	El proceso de control debe ser capaz de controlar un IPC de cualquier tamaño. El proceso de planificación y control deben verse como una sola unidad dado que están muy relacionadas. La función de control debe verse como responsabilidad de todos los involucrados en el proyecto El control debe aportar la información necesaria para que el gerente de proyecto tome acciones correctivas en el proyecto.
Fernando Vargas	La planificación debe desagregar las actividades de forma tal que las mismas sean controlables y medibles Los proyectos deben ser vistos como negocios y el control debe permitir para la toma de decisiones oportunamente. Los reportes deben variar dependiendo de la persona a quien está dirigido Lo mas importante de los reportes debe ser la recomendaciones

Síntesis etapa 3 (entrevistas)

Entrevistado	Planificación
Cesar Inserny	Cuando tu haces la planificación estás determinando un alcance para un precio y un período de tiempo. La planificación de un IPC no es rígida, te tiene que dar caminos alternativos y estos caminos se revisan para evaluarlos. Esto no quiere decir que debe cambiar todos lo meses, solo debe cambiar cuando se consiguen elementos que la desvirtúan.
Jesús Rolingson	En los proyecto suma global la planificación se hace en base a un estimado que generalmente proviene de datos de otras empresas y otras fuentes. Estos estimados generalmente tienen una relación con lo que realmente ocurre de aproximadamente un 70 % y sería muy útil elevar la exactitud del estimado ya que sobre esta se apoya la unidad de control. Es muy importante una buena planificación para evitar los costos hundidos.
Pablo Videtta	La planificación debe considerar el alcance global del proyecto, una estrategia de ejecución que haga realidad la integración del IPC. Para lograr esta integración es necesario contar con la herramienta adecuada, pero más importante que la herramienta es el concepto. De nada sirve tener una herramienta como Primavera o Microsoft Project si no se tiene claro cual es el alcance ni la dependencia que tiene una disciplina sobre las otras. Para que la planificación funcione tiene que haber un buen flujo de información, ya que de nada sirve tener los planos terminados en la oficina, si se requieren en sitio y no se tienen.
Zaida Ortega	Lo primero que se debe hacer en la planificación es organizar el alcance, y la clave para el éxito del proyecto es que esté suficientemente bien definido y tenerlo totalmente estructurado de acuerdo a la fase que sea y definir lo que quiero producir. Para definir el alcance tienes que hacer una estructura analítica del proyecto WBS, que no es mas que una codificación que te permite tener claramente determinado cada una de las tareas que yo voy a ejecutar y atadas a una organización que me define quien es el responsable. Con mi WBS que en forma macro me dice cuales son las áreas que tengo que atacar y las tareas que tengo que realizar y un código organizativo que me defina responsabilidades. Después tengo que ir al detalle, dado que ingeniería produce planos y documentos, debo estructurar de alguna manera todos los documentos y planos que tengo que producir, una vez definido esto procedo a asignar los recursos que en este caso serían las HH que voy a necesitar. HH que van a tener asociado un costo. Luego que queda definido el alcance de ingeniería toca definir el alcance de procura en donde necesitas un listado de todo lo que vas a tener que adquirir para ese proyecto, llámese equipo o material y la manera de agruparlos o manejarlos es por requisiciones, entonces defines lo que debes comprar y las atas en requisiciones. Luego viene construcción que se define en lo que voy a construir que en esencia es tiene que ver con lo mismo que dibujaron y con lo que compraron solo que en este caso lo tengo que instalar y lo que es de obra civil lo tengo que hacer.
Guillermo Luchsinger	En la planificación se controla la variable tiempo y se utiliza el mètodo del hito
Angèlica Alvaray	En la planificación debe aparecer el como lo vas a hacer con que herramientas, con que personal, infraestructura, equipos, materiales, etc. El aplicar mas o menos recursos es lo que te va a dar el grado de avance mayor o menor en un tiempo determinado. El presupuesto es una consecuencia, es el resultado de las decisiones que tomaste para la ejecución y todo esto forma el plan de ejecución.
Lorman Correa	En los proyectos IPC es muy importante la programación del tiempo que permita el cumplimiento de las metas establecidas mediante una correcta secuencia de actividades, ya que el reto más grande de los IPC es el solapamiento de las fases. Si no se hace una buena programación de las actividades que permita el solape el proyecto se caerá, ya que como ustedes saben, los proyectos IPC son todos solapados y es ahí donde ocurren los problemas.

Anexo 3: síntesis etapa 3 planificación

Entrevistado	Riesgo
Cesar Insemy	En un proyecto IPC al menos que la ingeniería básica esté mala o que las condiciones de trabajo cambien el riesgo de las cantidades es del contratista del IPC porque estás se determinan en la ingeniería de detalle El riesgo lo maneja el gerente de proyecto. En un modelo gerencial se debería proponer que todas decisiones que involucren riesgo en la empresa, las debe manejar el gerente de proyectos, el comité de proyectos, el gerente de operaciones, el gerente general de la empresa y el presidente. Cuando se hace el control de proyectos no hay delegación para que se aumenten los niveles de riesgo. Los niveles de riesgo son un dato dado y que solo los puede cambiar la empresa. El control de proyecto tiene la función de mantener el proyecto con el nivel de riesgo definido por la empresa. En general se tiene un presupuesto sobre el cual se tiene un nivel de riesgo de autoridad. El riesgo no se puede controlar , el objetivo es definir el nivel de riesgo y el control de proyectos te dice cuanto a variado ese nivel de riesgo y como. Por ejemplo si teníamos un camino crítico el mes pasado y el mes que viene tenemos dos, aumento tu nivel de riesgo de no terminar a tiempo. Los riesgos que podemos tener en un proyecto es que cueste mas de lo previsto, que no se termine a tiempo o que no funcione
Guillermo Luchsinger	La gerencia Administrativa asume los riesgos externos que puedan afectar al proyecto
Zaida Ortega	El análisis de riesgos tiene distintas etapas. Cuando estás conceptualizando un proyecto, el riesgo se evalúa para verificar la factibilidad de la planta. En el momento de realizar la oferta, se evalúan las condiciones contractuales y del entorno, para determinar si vale o no la pena meterse en el proyecto para escribir la oferta de manera de cubrir los riesgos. Una vez que el contrato es firmado, el gerente de proyecto lo lee y establece los riesgos de acuerdo a su experiencia y juicio, los lista y los califica y los cuantifica para establecer contingencias en el presupuesto y el cronograma que permitan manejar esos riesgos. En conclusión todo este estudio de riesgo se hace para guardar y manejar contingencias pero los riesgos no se controlan, lo que puedes hacer es detectarlos, medirlos y tomar previsiones. Por ejemplo: tu no puedes evitar que los contratistas se paren, eso es un riesgo que tienes que asumir porque así son nuestros contratistas. Lo que haces es tomar acciones para afrontar estos riesgos, por ejemplo INELECTRA tiene un grupo de ejecución directa, de forma tal que si el contratista no termina el trabajo, este grupo lo hace. Cuando uno habla de la palabra riesgo tiene mas que ver con las cosas externas que no puedes controlar, o se salen de las manos.

Anexo 4: síntesis etapa 3 Riesgo

Entrevistado	Control de costo
Cesar Inserny	El costo de la ingeniería de un proyecto IPC va entre un 8 y un 12 % del costo total. La procura representa entre un 30 y un 40 % y la construcción entre un 50 y un 60 %. Cuando se empieza la construcción no puedes permitir que está se atrase porque te falten recursos de ingeniería o procura. La diferencia en los pesos en las fases te obligan a que tus optimizaciones siempre sean en función del costo de la construcción. El control de costo debe comparar el presupuesto con el resultado encontrado y además mostrar una tendencia, Por ejemplo: todavía no nos hemos pasado del presupuesto pero la tendencia es que nos vamos a pasar. El control de costos debe decir: donde y porque están aumentando los costos.
Pablo Videtta	*El verdadero control de costos está en poder comprar a los precios unitarios que estaban* presupuestados, las cantidades que estaban estimadas. De nada sirve tener un sistema de control muy automatizado, muy actualizado si no se logran estos objetivos.
Lorman Correa	El elemento clave a controlar en proyectos IPC es el costo ya que ese elemento afecta directamente la rentabilidad. Si no tienes una buena estructura de control de costos que te permita tomar decisiones que te permitan anticiparte el futuro, el resto del proyecto se cae porque puedes estar proyectando una ganancia que no vas a realizar y luego vas a tener que sacar dinero de tu bolsillo para poder pagar el proyecto. En ingeniería, las dos variables que influyen son las horas invertidas y los salarios profesionales En procura existen dos grandes elementos de control, materiales y equipos. En construcción, el control va a depender de si la construcción se hace directamente o a través de subcontratos. En este caso, la modalidad de contratación va a definir el esquema de control de costos.
Fernando Vargas	El control de costos se realiza mediante el resultado operativo (RO) y lo mas importante del RO son las recomendaciones.

Anexo 5: síntesis etapa 3 costo

Entrevistado	Control del avance
Jesús Rolingson	El control del avance se hace mediante el seguimiento del consumo de recursos.
Fernando Vargas	El corazón o la unión que nos indica como está el proyecto es el avance físico del mismo El control del avance involucra los datos contractuales. Cuando se firma con el cliente se definen unos hitos contractuales que te van a dar el peso de las actividades y al avance de la misma, esto es el avance con el cliente pero no necesariamente refleja el avance físico. La medida de avance generalmente se hace en función de la forma de pago. Lo ideal sería llevar paralelamente al avance con respecto al cliente y el avance físico. El avance físico se mide de acuerdo a la cantidad de recursos que se consuman. Entonces en la realidad existen dos avances, uno contractual que es el que *acordaste con el cliente sobre como él te iba a medir y un avance real que representa el consumo para* llegar a ese producto. Al final los dos son importantes porque el avance del cliente es el que te da la facturación y el avance real indica como te estás gastando el dinero. La forma de integrar los dos avances es que el contrato este escrito en esos términos
Lorman Correa	En ingeniería, el control del tiempo depende de uno mismo, ya que si necesitan más recursos, que se traduce en personal, se incluyen y se arregla el problema. En procura, yo digo cuando quiero el equipo en obra, y establezco ponderaciones en el proceso de compra, los cuales voy verificando mediante el seguimiento a los proveedores. La etapa de construcción es la más complicada, ya que carga con los errores de ingeniería y los retrasos en la llegada de materiales y equipos, por lo que generalmente se encuentran la mayor cantidad de variaciones en el plan.
Pablo Videtta	Las actividades deben estar integradas efectivamente para poder identificar y medir el impacto que ocasiona el retraso en una actividad sobre el resto y de esta manera, tomar decisiones en cuanto a las variaciones en el avance.
Zaida Ortega	El control del avance permite visualizar el estado del proyecto en cuanto al tiempo.

Anexo 6: síntesis etapa 3 control de avance

Entrevistado	Control de Calidad
Cesar Inserny	En el control de proyectos, la decisión de calidad es un dato, hay que cumplir con las normas y con los niveles de calidad que se requieren, y el gerente de proyectos es quien maneja al grupo de calidad.
Jesús Rolingson	El control de la calidad se encuentra implícito en el control del alcance.
Angélica Alvaray	Para mi la calidad y el alcance es la misma cosa, OTEPI tiene unos procedimientos que se deben cumplir pero lo que controlas es al alcance.
Pablo Videtta	La calidad está dada por defecto, uno tiene que cumplir con las especificaciones del cliente a través del plan de calidad que hayamos establecido. Lo que tenemos que aseguramos es que se cumplan con las normativas. De nada me sirve decir por ejemplo, que me ahorre 30 % de costos en estructuras si no cumplí con las especificaciones del cliente, ya que nosotros asumimos esa responsabilidad. En consecuencia, ese 30 % de ahorro no son nada en comparación a lo que tengo que gastar en retrabajo, tiempo y materiales.

Anexo 7: síntesis etapa 3 control de calidad

Entrevistado	Control del Alcance
Cesar Insemy	El control del alcance lo haces en función de saber que efectivamente estás haciendo lo que tienes que hacer según las instrucciones del cliente. Una forma de desviarse en el alcance es que cuando se te dio la información de lo que había que hacer, esa información no era correcta porque ingeniería diseño algo diferente. El alcance se controla a través de la documentación que se maneja en el proyecto, es por eso que los cambios de alcance, los trabajos adicionales, los reclamos tiene que estar documentados.
Jesús Rolingson	Una de las funciones del control del alcance debe ser la de supervisar que los productos que se ejecutan son los requeridos en el contrato.
Pablo Videtta	El control del alcance debe ser responsabilidad de todo el equipo de trabajo asignado al proyecto, y es muy importante para esto que todo el equipo de trabajo lo conozca perfectamente. Entonces va a depender de la habilidad individual de los miembros del equipo la identificación de variaciones en el alcance. El alcance es la variable más importante que hay que controlar, entender con exactitud que es lo que se va a construir, para que te contrato el cliente, que es lo que se va a entregar como producto, saber cuantas unidades se van a instalar y a que precio lo presupuestaste. *Al principio del proyecto deben planificarse reuniones de trabajo periódicas donde se evalúe el trabajo* realizado para verificar que se está cumpliendo con el alcance establecido.
Zaida Ortega	El alcance debe estar bien definido porque es el punto de partida del control. El éxito de un proyecto radica en el seguimiento del alcance al mínimo detalle posible. El alcance debe dividirse en elementos fácilmente controlables. El nivel de detalle no debe ser tal que ofrezca excesiva información, sino que debe permitir una visión global del proyecto.
Lorman Correa	Tienes que tener capacidad para identificar los cambios en tu alcance de trabajo a medida que vas ejecutando el proyecto, para que puedas incluir dichos cambios en tus proyecciones de costos.

Anexo 8: síntesis etapa 3 control de alcance

Entrevistado	Reportes
Fernando Vargas	La información de los reportes debe ser acorde con la persona a quien está dirigida Los reportes de productividad deben contener los rendimientos reales, los pronostico y los planificado
Cesar Insemy	El control se hace para entregar la información a los distintos líderes de disciplina, y la información debe estar resumida dependiendo de la persona quien la vaya a recibir. El control de proyectos no es solamente para hacer un reporte mensual, sino para llevar a cada quien la información que necesita.
Pablo Videtta	Deben entregarse reportes genéricos periódicamente donde se resuma cual ha sido el trabajo realizado para que la gerencia evalúe el cumplimiento del alcance de trabajo.
Zaida Ortega	Los reportes deben clasificar la información de acuerdo a la persona a quien va dirigida.

Anexo 9: síntesis etapa 3 reportes

Entrevistado	Como deben ser manejadas la toma de decisiones
Cesar Insemy	Las decisiones deben ser tomadas en función de la optimización de todas las actividades, es decir, en función de cuanto cuesta todo el proyecto y no en función de cuanto cuesta la ingeniería, cuanto cuesta la procura y cuanto cuesta la construcción. Por eso es frecuente tomar decisiones como gastar mas en Ingeniería para reducir los gastos de construcción. Las decisiones se toman en función del costo y el programa del proyecto. Por ejemplo se toma la decisión de aplicar más recursos a la ingeniería para evitar que la construcción se pare, porque parar la construcción implica un costo mayor a cualquier costo de ingeniería. Las decisiones deben tomarse lo más temprano posible ya que mientras mas temprano se tomen afectan menos el programa y el costo final del proyecto.
Angélica Alvaray	La visión que debe existir en un proyecto IPC debe permitir que las decisiones sean en beneficio del todo y no de la suma de las partes.
Pablo Videtta	Tiene que haber reuniones de coordinación que permita hacerle seguimiento al plan, y en función a estas tomar decisiones que permitan enrumbar al proyecto para lograr los objetivos y metas planificados.

Anexo 10: síntesis etapa 3 toma de decisiones

Elementos	Ingenieria	Procura	Construcción
Costo	Se controla mediante las HH y los sueldos asociados al personal. Es de fácil control ya que no varia significativamente a lo largo del proyecto	Se controla mediante la revisión de las condiciones de pago, cantidades, fecha de llegada de material, escalaciones e hitos cumplidos a las ordenes de compra	Se controla mediante el monitoreo de la cantidad de obra ejecutada y el precio por unidad de obra ejecutada.
Avance	Se controla mediante las ponderaciones en los planos, % referidos generalmente por la forma de pago	Preestableciendo eventos claves o hitos del proceso de compra y seguimiento de cada requisición	Se controla mediante culminación de hitos en las actividades
Alcance	Se controla mediante la verificación del cumplimiento de las especificaciones del contrato.	Se controla mediante la verificación del cumplimiento de la lista de compras emitidas por ingeniería.	Se controla mediante la verificación del cumplimiento de los planos emitidos por ingeniería
Calidad	Se controla mediante auditorias	Control de los proveedores.	Se controla mediante el *aseguramiento* y las inspecciones
Riesgo	Los riesgos no se controlan	No son controlables, pueden ser mitigados haciendo un seguimiento continuo a los proveedores	Los riesgos no se controlan

Anexo 11: Resumen control por fase.

Formato Resultado Operativo

	Presente mes				Proyección						Previsto			
Concepto	Unid	Previsto	Real	Acum.	May	Jun	Jul	Sep	Ago	Saldo	Actual	Anterior	Meta	Presup.
Venta														
Ingeniería														
Procura														
Construcción														
Total venta														
Costo directo														
Ingeniería														
Procura														
Construcción														
Gerencia														
Total costo indirecto														
Total costo														
Costo Aplicado														
Resultado														
pendiente														
Margen														
% Margen														

Anexo 12: Formato de resultado operativo