



**FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES
Z A R A G O Z A**

CONTROL DE PROYECTOS DE PLANTAS INDUSTRIALES

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE INGENIERO QUÍMICO

P R E S E N T A

MANUEL CARBAJAL MORENO

MÉXICO D.F. 2008



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.



AGRADECIMIENTOS

Gracias a Dios por permitirme haber alcanzado uno de mis metas mas valiosas de mi vida, a mis padres que fueron mi inspiración, a mi familia por que sin ellos no hubiera alcanzado este objetivo, a mis amigos y compañeros que hicieron mi estancia en la universidad algo memorable y finalmente a mis profesores por todas sus contribuciones.



ÍNDICE

I.-RESUMEN.....	4
II.-INTRODUCCIÓN.....	5
III.-PLANTEAMIENTO.....	5
IV.-OBJETIVOS.....	6
CAPÍTULO 1.- GENERALIDADES.	
1.1. - Introducción a Control de Proyectos.....	7
1.2. - Roles y Responsabilidades de Control de Proyectos.....	12
1.3. - Definición del WBS.....	14
1.4. - Administración de Cambios.....	21
1.5. - Control de Avance de la Fase de Ingeniería.....	32
CAPÍTULO 2. - PLANEACIÓN Y PROGRAMACIÓN	
2.1. - Planeación / Programación.....	37
2.2. - Guía para la Elaboración de Reporte de Control de Rendimientos.....	65
2.3. - Guía de Usuario para el Seguimiento y Control de Avance Físico (SCAF)	68
CAPÍTULO 3. - COSTOS Y ESTIMADOS	
3.1. -Control de Costos.....	81
3.2. - Manejo de Costos Durante el Período de Garantía del Proyecto.....	91
3.3. - Elaborar Estimados de Costos.....	94
3.4. - Guía para Preparar el Paquete de Revisión Ejecutiva de Estimados de costo	
.....	103
V.-CONCLUSIONES	108
VI.-BIBLIOGRAFÍA.....	109



I RESUMEN

Este trabajo complementará al módulo de desarrollo de proyectos en cuanto a la metodología del uso de estos conocimientos para la ejecución de proyectos de plantas industriales.

Se establece la organización necesaria de Control de Proyectos, se define los roles y responsabilidades así como describe su relación o interfase con los diferentes departamentos involucrados en el proyecto o propuesta.

Sugiere los programas mas apropiados para cada una de las etapas de control de proyectos como son planeación y control y cuáles son los requerimientos para estos. en cada una de las fases del desarrollo de un proyecto tales como ingeniería, procuración, construcción y puesta en servicio.

Además de mencionar como se administran las órdenes de cambio y lo importante que resulta el saber detectarlas y negociarlas en su momento, y la manera como se refleja en el resultado final del Proyecto.

Como se deben calcular los pronósticos para la etapa de ingeniería, y construcción, de una manera práctica en las firmas de Ingeniería.

Se da de manera sintetizada como el PMI establece las metodologías de control de proyecto de plantas industriales para un mundo globalizado.



II INTRODUCCIÓN

En la industria existen diversos productos, los cuales son generados a través de muy diversos tipos de procesos industriales, en los que el ingeniero químico tiene directa participación; pero al igual que las actividades técnicas como el diseñar, construir y poner en operación una planta industrial, las habilidades administrativas y de control son cruciales para que una empresa tenga la confianza de sus clientes y se le otorguen proyectos, ya sean a través de una licitación o una asignación directa de una empresa estatal o de la industria privada.

Durante la ejecución de un proyecto para la construcción de una planta industrial, se tienen diferentes fases que van desde la ingeniería conceptual y acaban hasta el arranque de la planta, pasando por la ingeniería de detalle, procuración y construcción. Estas actividades propias del Ingeniero Químico son encaminadas usando las herramientas del área de control de proyectos, que están estrechamente vinculadas al plan de estudios del último semestre de la carrera, por tal motivo, se considera importante el presente trabajo, ya que puede representar un complemento muy importante en la formación académica de los alumnos.

La administración de proyectos de la industria química tiene una aplicación amplia y muy diversa no solo en nuestro país, sino también en el ámbito internacional. Por este motivo, es importante para el Ingeniero Químico y para el desarrollo del país tener conocimiento profundo de los mecanismos en el control de proyectos y para EL EGRESADO DE ZARAGOZA, es necesario la administración de proyectos, la ingeniería económica y el funcionamiento de la ingeniería de proyectos. Por ello, este reporte de tesis pretende crear interés no solo en los alumnos de la carrera, sino también en cualquier persona involucrada en la administración de proyectos industriales.

La tesis de este proyecto es realizar el análisis y descripción del perfil de lo que cada puesto en la estructura de control de proyectos debe saber y realizar, así de cómo esta estructura interacciona con la estructura global para realizar un proyecto de tipo industrial.

III.- PLANTEAMIENTO.

Es muy importante hacer notar que en la carrera de Ingeniería Química, existe la información sobre la administración y control de proyectos, pero resultan insuficientes para el control de proyectos de una planta industrial. En la cual cada fase de la ejecución del proyecto se planea y se controla de manera diferente, ya que depende de cada empresa, el Software que usará, sin embargo dadas las tendencias de globalización todo el control de proyectos será regido por el PM Book. Las materias impartidas en la carrera tocan el tema de manera conceptual, con lo cual limita el desarrollo del estudiante, pues al no tener acceso a este tipo de software, y estándares egresará con deficiencias en su formación como Ingeniero Químico, lo que reducirá sus oportunidades laborales.



IV.- OBJETIVOS.

1.- Complementar los conocimientos adquiridos sobre administración de proyectos, ingeniería económica e ingeniería de proyectos, con lo cual se dará al estudiante una proyección sobre las formas de administrar y controlar un proyecto sobre la base del tipo de cliente.

2.- Dar herramientas adicionales a los alumnos de Ingeniería Química, que le permitan entender diferentes oportunidades que nos presenta la administración y el control de proyectos.

Esta tesis esta dirigida al como se realizan las actividades de control de proyectos, que a la parte conceptual, la cual esta plasmada en una amplia bibliografía.



CAPÍTULO 1 "GENERALIDADES"

1.1 INTRODUCCIÓN A CONTROL DE PROYECTOS

Una área importante de la ingeniería química es el desarrollo de proyectos, y dentro de esta, la administración y el control, juegan un papel indispensable. Estas son las herramientas para asegurar que estos procedan de acuerdo a lo planeado y presupuestado.

Para llevar a cabo la ejecución exitosa de un proyecto, el control de proyectos necesita contribuir a definir los objetivos, metas, estrategias y alcances considerados desde la elaboración de la propuesta, así como definir los procedimientos que se utilizarán durante el desarrollo del mismo.

Gestionar y dirigir proyectos de manera efectiva supone el mejor aprovechamiento de los recursos disponibles, así como tener en cuenta las limitaciones correspondientes. El reconocer esto permitirá optimizar el uso de los mismos en el desarrollo de los proyectos esto será si solo se sustenta bajo un esquema exitoso de control de proyectos.

Este proyecto menciona las áreas del conocimiento y aplicaciones de los procesos del desarrollo de proyectos, así como las mejores prácticas establecidas en el PMBOOK 2004, que son reconocidas como válidas internacionalmente, y las usadas en la actualidad en los proyectos.

PMBOOK documento que contiene información sobre Administración, tips e información para la gerencia de proyectos.

1.1.1. ¿Qué es control de proyectos? El control de proyectos es parte de la Administración de proyectos. El PMI (Project Management Institute) define la administración de proyectos como " La aplicación de conocimientos, habilidades, herramientas y técnicas a las actividades de un proyecto para satisfacer los requisitos del proyecto.

PMI es una organización enfocada hacia el gerenciamiento de los proyectos, provee estándares para la certificación en este campo.

Control de Proyectos es responsable de elaborar e integrar un sistema de control regido por WBS (Work Breakdown Structure) el cual representa la manera en como el trabajo es definido, planeado, administrado y controlado por medio de una subdivisión lógica del alcance de los trabajos del proyecto en elementos o segmentos manejables. El WBS es la estructura que progresiva y lógicamente subdivide el total del trabajo de una manera jerárquica. Que permite analizar datos relevantes y evaluar los impactos en programas y costos mediante la generación de reportes que incluyen, entre otros, HH as sold o de presupuesto, gastadas, ganadas y pronosticadas, así como curvas de avance planeado, pronosticado y reales, productividad e índice de desempeño del programa, así como datos históricos, estado actual, pronóstico de facturación y reportes de entregables cobrados a la fecha de corte.



1.1.2. Organización de Control de Proyectos.

La estructura organizacional de control de proyectos varia dependiendo de la magnitud y tipo de proyecto, así como de los requerimientos del director, gerente de proyecto y cliente.

ORGANIGRAMA TIPO DE CONTROL DE PROYECTOS

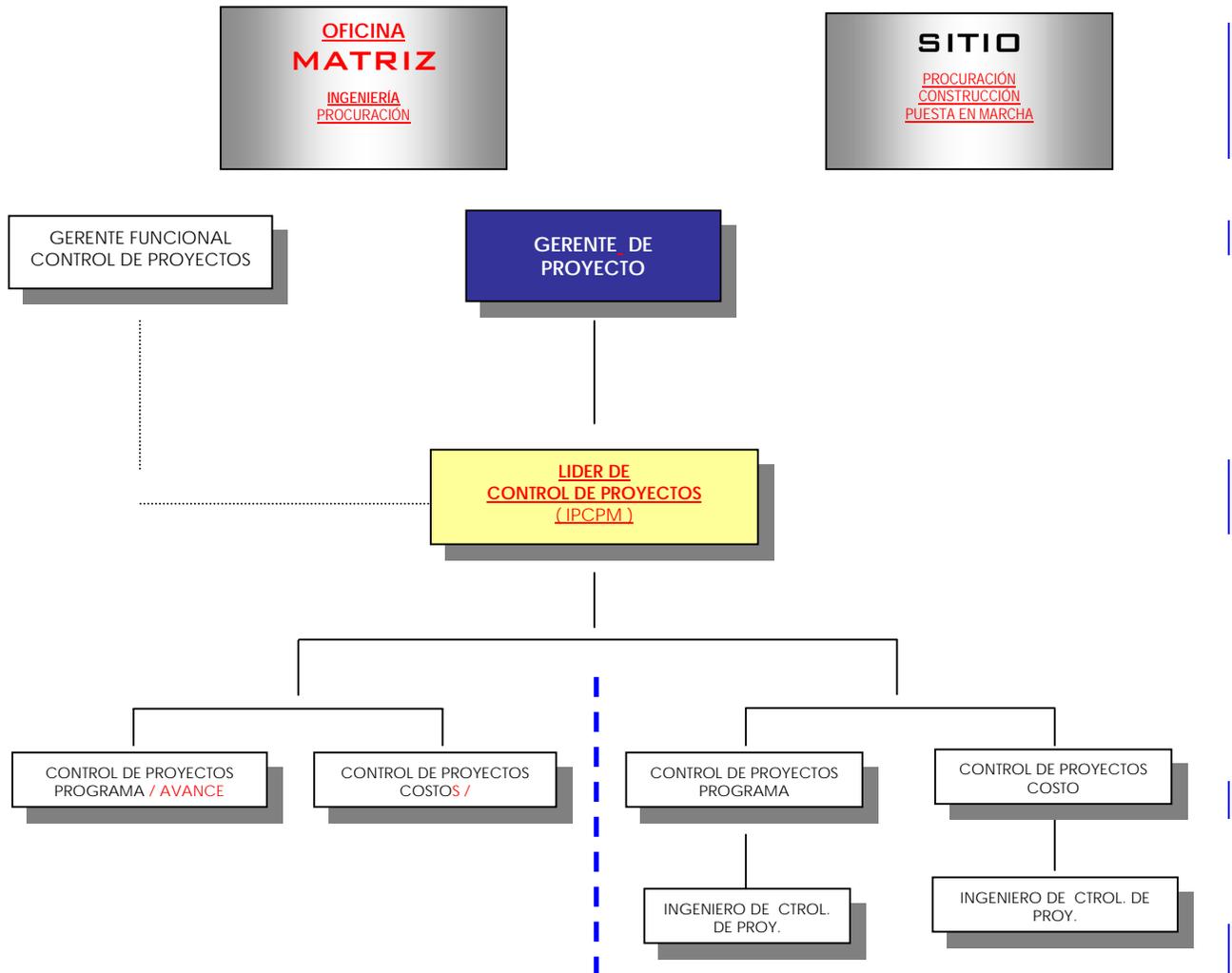


Fig 1.1.1 Organización típica de control de proyecto.

Esta organización está dividida en dos áreas básicamente, **El ingeniero químico** puede por la formación académica adaptarse a cualquier puesto de control de proyectos de los mostrados en la Fig 1.1.1



1. Control de proyectos en **oficina matriz** (cuando el alcance es sólo Ingeniería (I) y procuración (P) cuando aplique).
2. Control de proyectos en **sitio** (cuando el alcance es procuración, construcción y puesta en marcha).

Cuando el **alcance del proyecto** considere:

- Ingeniería y procuración (cuando aplique) existirá un líder de control de proyectos en **oficina matriz (O.M.)**.
- Procuración, construcción (C) y puesta en marcha (C) existirá un líder de control de proyectos en **sitio**
- Si es IPCC entonces ambas entidades (**O.M. y Sitio**) serán coordinadas sólo por un Líder de control de proyectos.

1.1.3. ¿Cuáles son las actividades de Control de Proyectos?

El personal de control de proyectos tiene diversas actividades Integra información de ingeniería, procuración, construcción, nómina, contabilidad y almacén. Analiza e informa oportunamente, comparándola contra el presupuesto y el programa. Detecta oportunamente desviaciones del presupuesto y del programa, Presenta alternativas para minimizar impactos (Costo y Tiempo).

Desarrolla y administra el WBS asegurandose que todo el equipo que trabaja en el proyecto está capacitado para la correcta utilización del WBS y de la codificación de sus áreas de trabajo.

En el rubro de PRESUPUESTO / CONTROL DE COSTOS el personal de control de proyectos **integra** la información (estimados y soportes) del proyecto en un presupuesto.

Revisa y organiza las Horas Hombre y los costos reales. **Analiza** costos compromiso contra presupuesto. **Detecta** oportunamente las desviaciones que se tengan en los costos, analizándolos e **informando** el estado real del proyecto. **Desarrolla** con el equipo del proyecto un pronóstico. **Crea y mantiene** control de las provisiones del proyecto.

En la rubro de la **planeación y programación** el personal de control de proyectos **integra** un programa que: Organice las actividades de trabajo de manera secuencial. Establece las interfases entre las diferentes Oficinas (Consortio). , interfases IPC, fechas clave,interfases entre las diferentes disciplinas de construcción,y la ruta crítica del proyecto. Da seguimiento al avance en relación a lo programado.

Asegura que el programa esté de acuerdo a una secuencia lógica y que la ejecución del programa de las diferentes actividades se lleve a cabo de acuerdo a lo programado y sin impactar la ruta crítica del proyecto.



1.1.4. Órdenes de cambio

En lo que respecta a las órdenes de cambio el personal de control de proyectos tiene como responsabilidad la de **integrar** la información y preparar las órdenes de cambio. **Adoctrinar** al personal del proyecto con el procedimiento de órdenes de cambio. Lleva un registro de todas las órdenes de cambio autorizadas por el cliente en forma oportuna y conjunta con todas las disciplinas involucradas en el proyecto.

1.1.5. Preparación de pronóstico

En la fase de **construcción** el personal de control de proyectos ve como las horas-hombre y costos se ven involucradas en el pronóstico, así como asegurarse que las volúmenes a instalar reflejen la última revisión de ingeniería.

Para poder determinar un pronóstico debe basarse en el programa de construcción, plan de maquinaria, debe tomar en consideración: Volúmenes de equipo (toneladas), rendimientos, que reflejen las condiciones actuales y del sitio.

Para el pronóstico de obra se deben involucrar costos que reflejen las condiciones reales del proyecto basados en el programa de construcción hasta terminación de obra. (pre-commissioning, commissioning y puesta en marcha), se debe considerar para los equipos costos asociados a este como: Lista actualizada de todos los equipos, transporte, refacciones, aduanas, asistencia técnica durante la instalación, cambios (Design allowance).

Costos de inspección y expeditación. En lo que respecta a los materiales, se debe reflejar: La volúmenes de los materiales, en particular los bulks o materiales de (tuberías, eléctrico e instrumentación) y estos deben estar vinculados con volúmenes actualizada de ingeniería. Volúmenes ordenada por procuración. Volúmenes por instalar por construcción.

En lo referente a los Accesorios y otros materiales miscelaneos requeridos para instalación.

La volúmenes refleja "Allowances" por pérdida y daños y aumentos por diseño.

La tubería menor de 2" (venteos, drenajes, regaderas de emergencia, lava-ojos) no se incluye en los planos, pero se debe de considerar para el pronóstico.

En la fase de **ingeniería** se debe considerar para el pronóstico las horas-hombre y costos que reflejen: Lista de entregables y horas por ejecutar trabajo, aumento en el número de documentos por entregar, horas para revisiones de documentos, horas para otras actividades de ingeniería (supervisión, cuantificación, procuración, etc.). Costo por horas-hombre del proyecto, productividad real del proyecto, y baja de productividad al final del proyecto.

Ademas de las fases, la gerencia que es un articulo importante para la realización del proyecto pero costoso, que es de impacto y se debe considerar.

1.1.6. Interfases de control de proyectos

Debido a que control de proyectos es la concentradora de la información referente al estado que guarda el proyecto es necesario que se vincule con el resto de las áreas.

Control de proyectos trabaja conjuntamente con las siguientes entidades: **ingeniería** en la recopilación de presupuesto en horas-Hombre y costo por disciplina, avance físico por



documento y disciplina. Así como en el desarrollo del programa, duraciones y lógica secuencial de las actividades y soporte de tendencias.

En la fase de **procuración** la interrelación es debida a la recopilación de información referente al programa , necesidades de material y equipo, actualización de precio de materiales de presupuesto, fechas de requerimiento , llegada de material y equipo al sitio, Compromisos (*commitments*). y soporte de tendencias.

1.1.7. Datos históricos

La importancia de los datos históricos es vital por lo que se integra desde el inicio y durante la ejecución del proyecto una base de datos real del mismo. La base de datos es revisada y avalada por el proyecto mismo.

Esta información sirve para futuras propuestas similares (reducción de costo y tiempo en la elaboración de propuestas.)

Para la integración de ésta base de datos histórica, se involucra y es responsabilidad de todos los que participan en el proyecto. estos datos son reales y confiables.



1.2 ROLES Y RESPONSABILIDADES DE CONTROL DE PROYECTOS.

Uno de los éxitos en la realización de los proyectos para la ejecución de plantas industriales es el establecimiento y la organización necesaria de control de proyectos, con los roles y responsabilidades definidas así como describir su relación o interfase con los diferentes departamentos involucrados en el proyecto o propuesta.

Los roles y responsabilidades deben cubrir todas las actividades realizadas en el proyecto por control de proyectos para controlar: ingeniería, procuración, construcción y puesta en Marcha (IPCC).

1.2.1. Responsabilidades

Control de proyectos, tiene la responsabilidad de conocer y manejar: documentación contractual, alcance del proyecto, estimados de costos, control de costos, planeación / programación, WBS y código de cuentas, órdenes de cambio, desarrollo de negocios y calidad. Por lo que deberá usar herramientas como, FDCost o base de datos de costos, Opus (Propuesta/Estimados), Primavera (Programa), Eztrac (Home Office), SCAF o base de datos, avance físico IPCPM), Neodata (Propuesta)

La relación con los responsables de ingeniería es a través de proporcionar a control de proyectos desde el inicio y durante las diferentes etapas del proyecto aún cuando existan cambios en el alcance, lo siguiente: Presupuesto de horas hombre por documento, avance físico por documento y disciplina, pronósticos de horas-hombre para terminar, reportar y documentar órdenes de cambio oportunamente.

Control de proyectos proporcionará a las diferentes disciplinas los siguientes reportes : presupuesto, avance a la fecha, fechas programadas y reales, pronóstico de terminación y productividad.

Control de proyectos conjuntamente con ingeniería, construcción, puesta en marcha y procuración, analizarán el programa del proyecto y establecerán oportunamente el programa de necesidades de materiales y equipos, así como las fechas RAS (Required at site).

Procuración, al generar los órdenes de compra, retroalimentará a control de proyectos en sitio para establecer las fechas reales de llegada del material clave y equipos dentro del programa y actualizar los precios de los materiales en el presupuesto, así como los programas de pago obtenidos.

Control de proyectos y procuración actualizarán mensualmente la información de llegada de materiales y equipos adquiridos, así como, el impacto en el programa del proyecto. Después de un análisis, ambos departamentos propondrán alternativas al gerente de sitio y a construcción, para minimizar los impactos en el programa por potenciales retrasos en la



entrega de materiales y equipos.

Control de proyectos y construcción (civil, mecánica, eléctrica, etc.) participarán en las siguientes actividades: Análisis de costos, rendimientos, utilización de mano de obra, maquinaria y la actualización del presupuesto. Vigilar que los cambios autorizados por el cliente, sean documentados oportunamente de acuerdo al procedimiento de Administración de cambios del proyecto.

- Detecta y evalúa las desviaciones en costo y tiempo de los Reportes de no conformidad ó solicitud de acción correctiva (retrabajos) en coordinación con control de calidad.
- Desarrolla el programa, duraciones y lógica secuencial de las actividades de cada disciplina.
- Control de proyectos integrará toda la información y conjuntamente con construcción analizá costos, programa, avance, volúmenes, rendimientos y pronósticos, buscando oportunidades de mejora en el programa y reducir los costos.
- Semanalmente los superintendentes de cada disciplina darán el avance físico de los trabajos desarrollados y se incorporarán mensualmente en los sistemas de control de proyectos.
- Control de proyectos generará periódicamente reportes de costos, rendimientos y avances reales del proyecto, comparándolos contra lo presupuestado y/o programado. Esta información será utilizada para el análisis.

En el caso de existir un consorcio donde laboremos con otras empresas. control de proyectos mantiene una continua relación con ambos socios, cuando la ingeniería y procuración de equipos y materiales principales del proyecto son suministrados por nuestros socios. Control de proyectos presentará el programa del proyecto a nuestros socios donde indicará nuestras necesidades de suministro de equipos y materiales cuando sea este caso.

Control de Proyectos participará en la integración de la información de ingeniería, procuración, construcción y puesta en marcha para incorporarlo junto con el socio, en el reporte mensual del cliente en donde se indica el estado actual del proyecto.

La función de Control de Proyectos es esencial para el gerente de proyecto, ya que le está informando del estado del proyecto y revisan conjuntamente los costos, programa, productividades, pronósticos, avance, utilidad, facturación, cobranza, órdenes de cambio, escalaciones, cuenta de clientes, análisis de riesgo, administración de la contingencia, etc. para detectar las desviaciones y tomar acciones preventivas y/o correctivas oportunamente para evitar que vuelvan a repetirse.



1.3 DEFINICIÓN DE WBS.

El WBS es una herramienta de administración del proyecto encargada de hacer las propuestas y proyectos lo más administrables y obtener información confiable que nos permita analizar, planear y controlar. Además de proporcionar un mejor entendimiento para el desarrollo y aplicación.

WBS (**Work breakdown structure / Estructura de desglose de trabajo**)

Representa la manera en como el trabajo va a ser definido, planeado, administrado y controlado por medio de una subdivisión lógica del alcance de los trabajos del proyecto en elementos o segmentos manejables. El WBS es la estructura que progresiva y lógicamente subdivide el total del trabajo de una manera jerárquica.

1.3.1. Elementos del WBS

Es cualquier elemento o segmento controlable en la estructura jerárquica del WBS, independientemente del nivel, que conjuntamente define el alcance total del proyecto.

1.3.2. Nivel del WBS

Representa la subdivisión del trabajo, donde el nivel máximo de jerarquía es el proyecto total, con cada nivel descendente representa una definición cada vez más detallada del alcance del trabajo.

1.3.3. CBS (**Cost breakdown structure / Estructura de desglose del costo**)

El CBS es parte del WBS y es usado comúnmente para separar las cuentas de costos (IPC). El CBS será un soporte exclusivamente para la parte de costos y está alineado al WBS.

El detalle del CBS debe satisfacer el nivel de control de costos requerido por el proyecto, mientras que en el WBS es un requisito (además del CBS), considerar todos los elementos físicos de la planta.

El catálogo de cuentas está directamente relacionado con el WBS y refleja los requisitos de codificación de los costos para las fases de ingeniería, procuración, construcción y comisionamiento.

Ejemplo de una estructura de codificación usada compuesta por *21 dígitos*, como se muestra a continuación :



WBS	Catálogo			
HT-XXXX-XX	XX	XX	XXX	XX-XXX-X
No.Contrato	Area	Unidad	Cambios	Código de Costos
8 dígitos	2 dígitos	2 dígitos	3 dígitos	6 dígitos

Estructurar los datos del proyecto por medio del WBS es un elemento fundamental para integrar los costos, programa, control de materiales, entregables, etc. y es una prioridad absoluta para administrar eficientemente un proyecto IPCC. La aplicación de esta práctica, es para que la información generada sea estructurada de forma tal que nos permita mejorar la habilidad de analizar, planear, administrar y controlar los proyectos.

Estructura del WBS

A continuación se describe el detalle del WBS :

Compañía :

Consta de 2 (dos) dígitos, identifica a la empresa que ejecuta los trabajos, para el caso de ICAF se identifica con las letras HT.

Contrato (proyecto y propuesta) :

Es el número con que se identifica específicamente cada uno de los contratos otorgados a la empresa para su ejecución o preparación del estimado, consta de 4 (cuatro) dígitos, van enseguida del HT, estos son definidos por contabilidad.

Subproyecto / Etapa :

Es el número con el que se identifica el subproyecto/etapa del proyecto y son los 2 (dos) dígitos XX que van después del contrato:

El primer dígito define al subproyecto y se identificará con una letra o número

Cuando no exista subproyecto siempre se indicará con el número 0 (cero).

El segundo dígito define la fase del proyecto como a continuación se indica:

01 Ingeniería básica

02 Ingeniería de detalle



- 03 Construcción
- 04 Comisionamiento
- 05 Procuración

Area / Unidad :

El área / unidad nos permite identificar cada una de las áreas físicas, así como los procesos de ejecución en los proyectos y propuestas. Estas designaciones son usadas para separar los costos por áreas de localización geográfica, unidades de proceso y conceptos del contrato. El Área consta de 2 (dos) dígitos para su definición y 2 (dos) dígitos más para la unidad, estos 4 dígitos van después de la etapa.

Cambio

Son para identificar los avisos de desviaciones potenciales a los documentos base del proyecto. Consta de 3 (tres) dígitos que van después del área/unidad. cuando no existan cambios en el proyecto siempre se indicará con 000 (3 ceros).

Visión General

El WBS del proyecto es un elemento clave que tiene un impacto significativo en todas las actividades de ingeniería, procuración, subcontratos, control de proyectos, estimados, construcción , comisionamiento y puesta en servicio.

Algunos de los aspectos que deberán ser considerados en el establecimiento del WBS son:

- a) Estrategia de ejecución del proyecto.
- b) Tipo de contrato.
- c) Alcance del trabajo (I, IP, IPC, etc.)
- d) Alcance de instalaciones y servicios.
- e) Requerimiento de reportes (internos y externos).
- f) Funciones y responsabilidades en la organización.
- g) Estrategia de construcción.
- h) Plan de administración de materiales.
- i) Requerimientos del cliente.
- j) Requerimientos de arranque de sistemas / arranque de la planta.
- k) Requerimientos de datos históricos.

Es importante resaltar este último punto. El WBS facilitará la obtención y organización de los datos históricos necesarios que se requieren para soportar el estimado y la planeación de futuros proyectos similares.

En general, el WBS proporciona la estructura para una integración eficiente de la ingeniería, procuración, construcción, comisionamiento, puesta en servicio y contabilidad.



Un primer nivel del WBS frecuentemente se desarrolla tempranamente en las etapas conceptuales del proyecto o propuesta.

Una vez que el proyecto está definido y sus respectivos alcances han sido establecidos, puede desarrollarse un WBS detallado.

El WBS divide el alcance del proyecto en jerarquías que balancean el control requerido con un adecuado y eficaz nivel del proyecto. Los diversos niveles del WBS ayudan a enfocarse a una comunicación con la organización y obliga a identificar claramente el nivel de detalle requerido para administrar y controlar el proyecto.

El nivel máximo del WBS es el proyecto. En un proyecto IPCC el siguiente nivel va a ser ingeniería, procuración, construcción, comisionamiento y puesta en servicio. Cada una de éstas, será lógicamente dividida.

Es importante notar que el WBS deberá ser diseñado para apoyar en la ejecución de los proyectos e incluye todos los aspectos del proyecto, i.e., ingeniería (por disciplina), procuración (incluyendo Material Management), construcción, transferencia de sistemas y arranque de la planta.

En el programa de un proyecto, se representa de manera lógica el plan a seguir para la ejecución del proyecto, a un nivel de detalle adecuado y relacionado con el WBS.

En resumen, el WBS :

- Define clara y comprensivamente el alcance del proyecto en términos de entregables que el equipo del proyecto u organización puedan entender.
- Define la organización de los entregables
- Apoya en la definición de todos los trabajos requeridos para lograr un objetivo
- Proporciona una descripción gráfica del alcance del proyecto
- Proporciona el esquema de control de los entregables durante el ciclo de vida del proyecto
- Proporciona un vínculo para integrar y evaluar el desempeño del costo y programa
- Facilita el informar y analizar los datos del estatus y avance del proyecto
- Puede proporcionar diferentes perspectivas de la estructura del proyecto (fase, área, unidad, entregables, paquetes de trabajo, etc.)

El WBS es el eje del proyecto, es el elemento principal que facilita el proceso :

- Definición de las actividades
- Planeación de recursos
- Estimado de costos
- Presupuesto de costos
- Planeación de la administración de riesgos

Áreas típicas del WBS

De acuerdo a PMI (Project Management Institute), el WBS es un agrupamiento de los componentes del proyecto con la orientación a entregables, que organiza y define el alcance total del proyecto; todo trabajo no incluido en el WBS se encuentra fuera del alcance del proyecto, por lo tanto, el WBS puede considerarse como una herramienta auxiliar en la definición del alcance del proyecto. Cada nivel descendente representa una



descripción detallada incremental de los entregables del proyecto.

- El concepto de área – unidad representa un tema de fundamental importancia para la empresa, ya que como PMI lo establece en su definición de WBS, “cada nivel descendente representa...”, se recomienda ser cuidadosos en la elección de la cantidad de Areas y Unidades que integrarán el WBS a utilizar en la empresa.

- El concepto genérico, no es delimitar su ubicación geográfica o física dentro del proyecto, sino la función que cada elemento o unidad mantiene dentro del esquema general del proyecto, así es posible que una unidad, físicamente esté localizada en más de una área, sin embargo su ubicación dentro del WBS será sólo en una área para simplificar su control.

- En un análisis realizado en los diferentes tipos de Industria en los que participa la empresa, tales como :

- Generación de energía
- Manufactura y automotriz
- Minería y metales
- Farmacéutica y alimentos
- Telecomunicaciones
- Petróleo, gas y petroquímica
- Químicos, fibras y plásticos

se identifican algunas áreas comunes en todos los proyectos, con sus particularidades (unidades) que tiene cada Industria.

El clasificar los proyectos por tipo de industria, es crear una estructura básica que permita comparar proyectos de características que se asemejen entre sí en algún grado y en la cual se pueda integrar tanto la información de alcance como de costo y tiempo de manera sencilla y consistente.

- Por lo tanto, para efectos de contar con una estructura de desglose del trabajo, sencilla, práctica y que además cubra las necesidades de la empresa, se propone utilizar una estructura bajo el concepto de “tres-areas”, que quedarían bajo los siguientes nombres y definiciones :

- Área de proceso .- conjunto de unidades o etapas mediante las cuales se obtiene de manera directa el producto razón de ser del proyecto.

- Área de servicios auxiliares .- conjunto de unidades o etapas mediante las cuales se proporcionan los servicios básicos a las operaciones desarrolladas en el Area de Proceso.

- Área de infraestructura .- conjunto de unidades o edificaciones y trabajos de desarrollo del sitio, necesarios para el adecuado funcionamiento de las áreas de proceso y servicios auxiliares y de la planta en general.

- Y las unidades dependerán del tipo de industria a la que se refiera.

1.3.4. WBS para propuestas



- a) La gerencia de contabilidad y finanzas asigna el centro de costos, informando sobre su apertura, previa entrega del presupuesto autorizado para gastos de la propuesta por la dirección de desarrollo de negocios.
- b) El gerente de la propuesta, el coordinador de estimados y control de proyecto, revisa el alcance de la propuesta y establece el WBS en función a las áreas físicas o de proceso que se tengan. Es importante considerar las necesidades del cliente.
- c) Una vez integrado el documento del WBS, se obtiene la firma de autorización del Gerente de la Propuesta.
- d) El responsable de estimados distribuye al equipo de trabajo de la propuesta, el documento final del WBS autorizado, para organizar la información del estimado conforme a éste.
- e) En caso de que exista alguna revisión al WBS y esté aprobada por el gerente de la propuesta, es dada a conocer de forma inmediata al equipo de la propuesta, para no alterar la estructura de la preparación de la misma, quedando algo como lo muestra la figura 1.3.1.

Propuesta IFC Paquete V en la Refinería Lazaro Cardenas de Minatitlán, Ver.

Borrador de WBS de la Oferta

P PROYECTO	
Unidades	
310 PLANTA COQUIZACION RETARDADA	600 PLANTA REGENERADORA DE AMINA

Paquete	Disciplinas
E INGENIERIA DE DETALLE	A PROCESO
	C OBRAS ESTRUCTURALES MECANICAS DE SUELOS PLANIFICACION
	D ARQUITECTONICA
	H MECANICAS
	J INSTALACIONES HIDRAULICAS Y SANITARIAS
	K TUBERIAS
	L ELECTRICAS
	M TELECOMUNICACIONES
	N SISTEMAS DE CONDICIONADO
	P INSTRUMENTACION Y CONTROL
	S SEGURIDAD INDUSTRIAL PROTECCION AMBIENTAL
	T ANALISIS DE RIESGOS
	X FLEXIBILIDAD
	Y SACO ELECTRONICO TRIBUNAL EN TIEMPO REAL
	Z LIBROS DE DOCUMENTOS FINALES
P PROCURA	P PROCESO DE EQUIPOS Y MATERIALES
	Q PROCESO DE CATALIZADORES Y AGENTES SOLUBLES
	R PROCESO DE REPARACIONES
C CONSTRUCCION	C TRABAJOS CIVILES
	M TRABAJOS MECANICOS
	E TRABAJOS ELECTRICOS
	F TRABAJOS DE TELECOMUNICACIONES
	T TRABAJOS DE TUBERIAS
	I TRABAJOS DE INSTRUMENTACION Y CONTROL
	S TRABAJOS DE SISTEMAS DE SEGURIDAD Y OXIDACION
	A TRABAJOS DE PINTURAS Y AISLAMIENTOS
	L TRABAJOS DE DESMONTAJE
	D TRABAJOS DE DEMOLICIONES
Z PRUEBAS Y ARRANQUE DE UNIDADES	T CALIFICACION
	P PREPARACION DE SERVICIOS
	C SERVICIOS
	A PRUEBAS DE COMPORTAMIENTO

Fig 1.3.1. WBS aplicado a una propuesta del Paquete V de la reconfiguración de la refinería de Minatitlán



1.3.5. WBS para proyectos

- a) Las gerencias de contabilidad y finanzas asignará el centro de costos costos y enviará un correo electrónico informando sobre su apertura, previa solicitud del gerente de proyecto de acuerdo a la información de la guía contractual comercial.
- b) El gerente del proyecto, control de proyectos y el personal clave del proyecto, revisarán y aprobarán el WBS propuesto en la oferta.
- c) Una vez determinada la estructura del WBS del proyecto, se deberá seleccionar el catálogo de cuentas, para cada una de las áreas / unidades que se requieran.
- d) En caso de que exista posteriormente una revisión al documento del WBS y esté aprobado por el gerente del proyecto, se dará a conocer de forma inmediata al equipo del proyecto, con el fin de no perder la integración de la información. Finalizando como un documento como el de la figura 1.3.2.

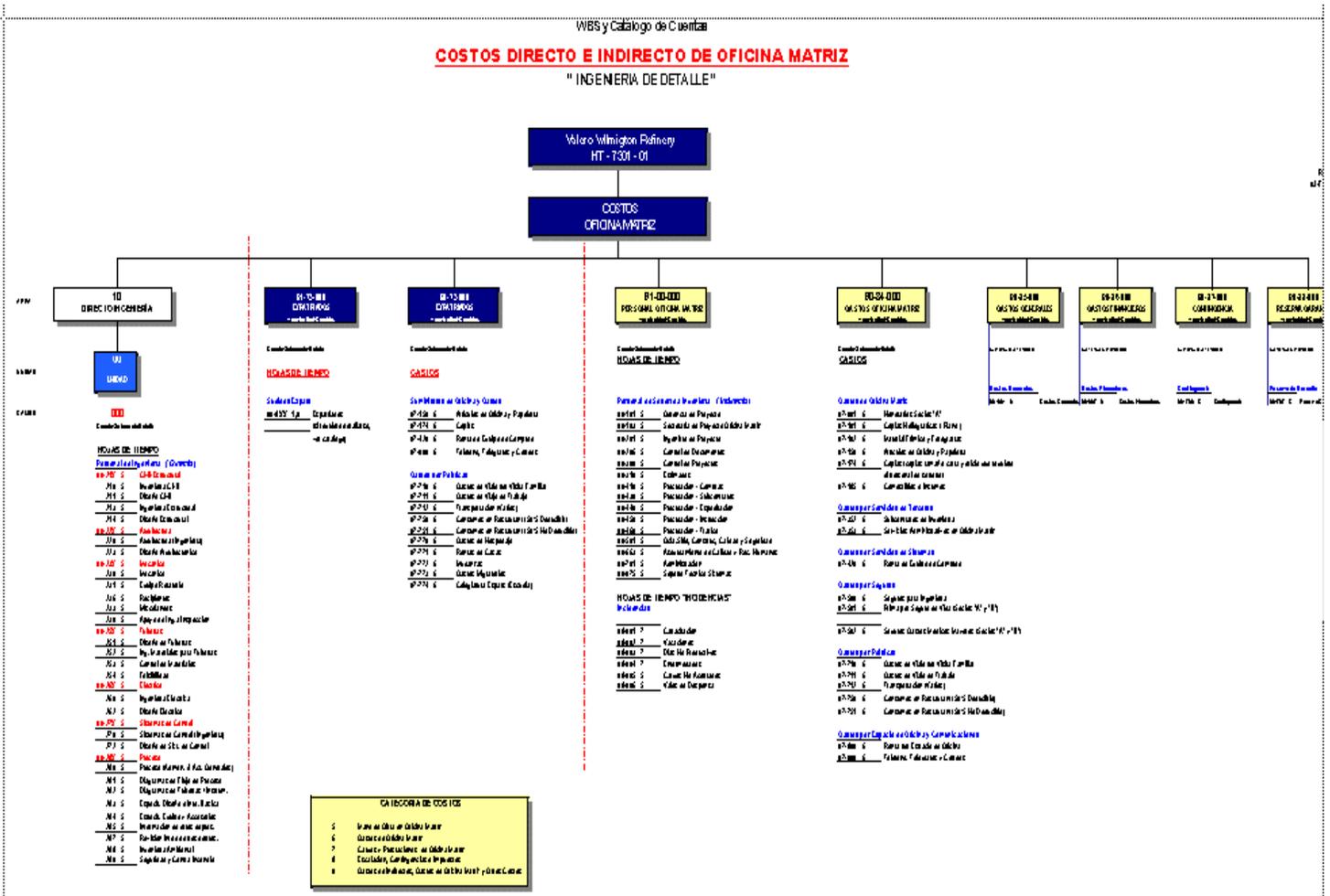


Fig 1.3.2. WBS aplicado a un proyecto de un Work-Share para una refinería en Wilmington



1.4 ADMINISTRACIÓN DE ÓRDENES DE CAMBIO.

Uno de los impactos en los resultados de los proyectos es el **NO** tener un buen sistema de administración de órdenes de cambio, aquí se establece el proceso para llevar una administración de cambios efectiva con el fin de promover la identificación de desviaciones a los documentos base de los proyectos.

Aplica en todos los proyectos ejecutados independientemente de la forma de contratación de los proyectos. a todos los involucrados en la ejecución del proyecto (cliente, proveedores, subcontratistas, etc.). y en la identificación de desviaciones con respecto a los documentos base del proyecto.

El conjunto de fundamentos de un proyecto que definen el punto de referencia a partir del cual se reconocen y miden los cambios. Los documentos base del proyecto son:

- Contrato
- Bases de diseño
- Alcance de las instalaciones y servicios
- Plan de ejecución
- Plan de riesgos
- Programa
- Estimado de costo y presupuesto aprobado
- Manual de procedimientos del proyecto

1.4.1. Aviso de desviación potencial (Potential deviation notice)

Este documento identifica y cuantifica un cambio potencial en el proyecto. El aviso de desviación potencial puede ser positivo o negativo. notifica una posible desviación con respecto a los documentos base, ya sea que se esté dando o que pudiera suceder como lo muestra la figura 1.4.1.1.

Es una notificación que se hace al grupo administrador del proyecto (gerente de proyecto y control de proyectos). Este aviso incluye un estimado de costo del rango de orden de magnitud (ROM) y otros impactos en el proyecto. También se incluirá el costo y horas hombre por la "elaboración del estimado de costos de la orden de cambio", de no proceder la orden de cambio entonces se negociará el monto de la elaboración del estimado.

Un aviso de desviación potencial puede convertirse en:

- a) Orden de cambio (change order – **CO**)
- b) Tendencia (Trend - **TN**)
- c) Reclasificación (budget shift - **BS**)



ICA FLUOR AVISO DE DESVIACIÓN POTENCIAL No. **D'P'001** FECHA: **05-Ago-05**

SECCION I DATOS GENERALES
 PROYECTO: VALERO UBICACION: WILMINGTON CAL. USA
 No. PROYECTO: HT-7801-01 CLIENTE: FLUOR

SECCION II DATOS DEL ORIGINADOR
 El ORIGINADOR DE LA DESVIACION: Ingeniería, Construcción, Revisión, Cliente, Otro
 El DESTINO DE LA DESVIACION: Orden de Cambio, Fundacion, Reclamacion
 El CAUSA DE LA DESVIACION: Eliminacion del area de las cimentaciones por parte de Fluor

SECCION III IMPACTO DEL AMBITO DE DESVIACION POTENCIAL
 Impactos: Ambiental, Civil/Estructural, Electrica, Mecanica, Recibo, Tuberia, Seguridad Control, Ambiental, Otro
 Impactos: Ingeniería, Construcción, Puesta en Marcha

Concepto	HORAS HOMERES			COSTO	
	Huor	ICA Huor	IGIAL	USU	IMP*
1. Ingeniería		289	289	\$ 092.000	\$ 82,263.27
2. Construcción					
3. Comisionamiento					
4. Indaleo					
5. Cdb. Calzado					
IGIAL		289	289	\$ 092.000	\$ 82,263.27

TIPO DE CAMBIO AUTORIZADO: \$ "U" TOTAL USD: **8,052.00**

SECCION IV AUTORIZACION
 a) APROBACION POR ICA FLUOR
 GARY DAVIS: Gerente de Proyecto (Firma, Fecha) [] PREPARAR ESTIMADO DE FALLADO [] PROCEDE [] RECHAZADO
 EDUQUE MILLAN V.: Ingeniero de Proyecto (Firma, Fecha) [] PREPARAR ESTIMADO DE FALLADO [] PROCEDE [] RECHAZADO
 Gerente de Sitio (Firma, Fecha) [] PREPARAR ESTIMADO DE FALLADO [] PROCEDE [] RECHAZADO
 Gerente de Comisionamiento (Firma, Fecha) [] PREPARAR ESTIMADO DE FALLADO [] PROCEDE [] RECHAZADO

b) AUTORIZACION DEL CLIENTE
 [] APROBADA [] CANCELADA
 [] APROBADO EL APROBACION DEL ESTIMADO

Fig 1.4.1.1. Muestra un Aviso de desviacion potencial, por la reduccion de alcance de una cimentaciones en el área de la caldera

1.4.2. Orden de cambio (Change Order)

Es el documento formal que identifica y cuantifica un cambio fuera de los documentos base. Puede ser positivo o negativo. El cambio puede ser originado por el cliente, resultado de un cambio de diseño, cambio de capacidad, etc.

Es un documento legal que se adhiere a los términos contractuales del proyecto y requiere la aprobación por escrito de los gerentes de proyecto y del cliente, antes de que los trabajos puedan ser iniciados. La orden de cambio incluye un estimado de los impactos en el



proyecto (costo, programa, etc.). como lo ilustra la figura 1.4.2.1.

ICA FLUOR		ORDEN DE CAMBIO No. OC - 001		FECHA: 12-Ago-05				
Nombre del Proyecto : VALERO			Ubicación : VALMIKOTON CALIFORNIA UBA					
No. de Proyecto : HT-7801-01			Cliente : FLUOR					
No. O.de C.	Rev	Descripción del Cambio :			Impacto en el Programa :			
001	A	REDUCCION DE ALCANCE DE UNACIMENTACION DEL AREA DE LA CALDERA			Efecto : Tiempo : Comentarios :			
Tipo de Cambio	Fecha	Oportunidad para Mejora	Referencia	Rev	Origen del Cambio :			
# 0.188 / USD	12/08/2005	SI <input type="checkbox"/> NO <input checked="" type="checkbox"/>	DP- XXX	X	Ingeniería <input checked="" type="checkbox"/> Procuración <input type="checkbox"/> Construcción <input type="checkbox"/> Cliente <input type="checkbox"/>			
					Tipo de Estimado :			
					ROM <input type="checkbox"/> Detallado <input type="checkbox"/>			
Etapas	Tipo de Costo	HH	Mano de Obra	Materiales	Subcontratos	Maquinaria	Indirecto	TOTAL
INGENIERIA	- ICA Fluor Ingeniería - ICA Fluor Boparte - Costo Ingeniería - Fluor Esparto Ingeniería - Fluor Esparto Boparte	288						288
CONSTRUCCIÓN	- Costo Directo - Costo Indirecto Staff - Costo Indirecto Costo c							
COMBONAMIENTO Y ARRANQUE	- Costo Directo - Costo Indirecto Staff - Costo Indirecto Costo c							
					Indirecto:	36.1 %		
					Contingencia:	0 %		
					Utilidad:	7 %		
					Cargos Adic:	0 %		
					PRECIO DE VENTA (Pesos):	\$	8,082	
					PRECIO DE VENTA (USD):	\$	82,268	
APROBACION DE ICA FLUOR		APROBACION DEL CLIENTE		Motivo del Cambio		Acción a Tomar		
GERENCIA DE PROYECTO GARY DAVIS Nombre y Firma		CLIENTE Nombre y Firma		<input checked="" type="checkbox"/> CAMBIO DEL CLIENTE		<input checked="" type="checkbox"/> APROBADO <input type="checkbox"/> CANCELADO		

Fig 1.4.2.1. Muestra una orden de cambio, por la reduccion de alcance de una cimentaciones en el área de la caldera

1.4.3. Desviación o tendencia (deviation or trend)

Este documento identifica y cuantifica un cambio dentro de los documentos base. Puede ser positiva o negativa. La desviación puede ser considerada potencial o por ocurrir.

La desviación incluye una descripción detallada y un estimado de los impactos en el proyecto. requiere la aprobación por escrito del gerente de proyecto. A diferencia de la orden de cambio, la desviación no afecta al presupuesto autorizado, pero si al pronóstico. Ver la figura 1.4.3.1.



ICA FLUOR		TENDENCIA No. TN - 001		FECHA: 29-Sep-05				
Nombre del Proyecto : VALERO			Ubicación : WILMINGTON CALIFORNIA USA					
No. de Proyecto : HT-7801-01			Cliente : FLUOR					
No. Tendencia	Rev	Descripción del Cambio :			Impacto en el Programa :			
001	0	RETRABAJO POR LA EQUIVOCADA LOCALIZACIÓN DEL FA-2008 QUE NO CUMPLIÓ CON LA NORMA MÍNIMA DE UN TANQUE A UN CUARTO DE CONTROL			Efecto : NINGUNO Tiempo : Comentarios :			
Tipo de Cambio	Fecha	Oportunidad para Mejora	Referencia / Rev.	Origen del Cambio :				
0.188 / USD	29-Sep-05	SI <input type="checkbox"/> NO <input checked="" type="checkbox"/>	DP-002 0	Ingeniería <input checked="" type="checkbox"/> Producción <input type="checkbox"/> Construcción <input type="checkbox"/> Otros <input type="checkbox"/>				
				Tipo de Estimado :				
				ROM <input type="checkbox"/> Detallado <input checked="" type="checkbox"/>				
Etapa	Tipo de Costo	HH	Mano de Obra	Materiales	Subcontratos	Maquinaria	Indirecto	TOTAL
INGENIERÍA	- ICA Fluor Ingeniería - ICA Fluor Boparte - Costo Ingeniería - Fluor Espacio Ingeniería - Fluor Espacio Boparte	50						50
CONSTRUCCIÓN	- Costo Directo - Costo Indirecto Staff - Costo Indirecto Costos							
COMBINAMIENTO Y ARRANQUE	- Costo Directo - Costo Indirecto Staff - Costo Indirecto Costos							
TOTAL DEL IMPACTO DEL COSTO (Pesos): \$								25,618
TOTAL DEL IMPACTO DEL COSTO (USD): \$								2,320
APROBACION DE ICA FLUOR				Motivo del Cambio		Acción a Tomar		
GERENCIA DE PROYECTO GARY DAVIS Nombre y Firma				<input checked="" type="checkbox"/> ERRORES/OMISIONES <input type="checkbox"/> CAMBIO DEL VENDEDOR <input type="checkbox"/> CONSTRUCTIBILIDAD <input type="checkbox"/> DESARROLLO DEL DISEÑO		<input checked="" type="checkbox"/> APROBADO <input type="checkbox"/> CANCELADO		

NOTA : SE ANEXA ESTIMADO DETALLADO Y SOPORTE

Fig 1.4.3.1. Muestra una tendencia, por la localización equivocada de un FA-2008

1.4.4. Registro de cambios (change log)

Son reportes detallados de todos los avisos de desviaciones potenciales, órdenes de cambio, desviaciones y reclasificaciones actualizados que se tienen en el proyecto, incluyendo la descripción del cambio, su origen, su estado de aprobación y su impacto tanto en costo como en programa. Ver figura 1.4.4.1.



ICA FLUOR

REGISTRO DE AVISOS DE DESVIACIÓN POTENCIAL (DP)

Nombre del Proyecto: VALLEJO				Ubicación: WILMINGTON CALIFORNIA USA													
No. del Proyecto: HI-TSU-007				Cuenta: FLUOR													
Aviso de LRA*		Descripción		Fecha de Identificación de LRA*	Nombre del Originador	ESTIMACIONES			Impacto en tiempo	Estado	Fecha de Aprob.	ESTIMACIONES ALAUC			Tipo de Cambio Autoriz.		
Nº.	Hex.	Nº.	Libra.			MM	US\$	EUR*				MM	US\$	EUR*			
Q Ampliar:																	
E-P-601		OC-601		REDUCCION DE LOS NIVE DE UNO CEMENTACION DEL 6 PIS DE LA CALDERA	126-ep-60	OLETH SCHEIDT	289	\$4,600	\$2,261.27			126-60	289	\$4,600	\$2,261.27	16.166	
E-P-602		TR-601		RETRABAJOS POR LA EQUIVOCADA LOCALIZACION DEL PUNTO QUE INDICARLE CON LA MARCHA HERRAJES DE UN TENDON E UN CUARTO DE CONTROL	294-ep-60	E. JEREMET	26	\$2,526	\$2,561.12			15-Nov-05	26	\$2,526	\$2,561.12	16.166	
E-P-603		OC-602															
E-P-604		OC-603															
E-P-605		OS-604															
E-P-607		TR-602															
E-P-608		TR-603															
E-P-609		OC-604															
E-P-610		TR-604															
E-P-612		TR-605															
E-P-613		OC-605															
E-P-614		OS-606															
TOTAL DE AVISOS DE DESVIACIÓN POTENCIAL :							278	\$10,812	\$107,822	0			278	\$10,812	\$107,822		
TOTAL USD :									\$188,600					\$18,182			

Estado:
A = Aprobado
C = Cancelado
I = Incompleto Autorización
SI = Sin Implementación

	MM	US\$	EUR*
Cantidad de Cambio	289	\$4,600.00	\$2,261.27
Importancia	26	\$2,526.00	\$2,561.12
Total EUR*	274	\$6,442.00	\$4,771.24
Total US\$			

ESTIMACIONES ALAUC			
	MM	US\$	EUR*
Cantidad de Cambio	289	\$4,600.00	\$2,261.27
Importancia	26	\$2,526.00	\$2,561.12
Total EUR*	274	\$6,442.00	\$4,771.24
Total US\$			

Fig 1.4.4.1. Muestra un registro de desviaciones.

Presupuesto original (As sold)

Es el presupuesto establecido de acuerdo a las bases del proyecto original.

Presupuesto autorizado (As Sold + CO autorizadas)

Es el presupuesto obtenido de la suma del presupuesto original (As sold) más todos las órdenes de cambio autorizadas por el cliente a la fecha de corte.

Pronóstico total (As sold + CO Autorizadas + Reclasificaciones + Desviaciones)



Es el presupuesto total que se espera tener al término del proyecto. Incluye, todas las órdenes de cambio autorizadas y las que se encuentren en trámite, así como los originados por variaciones en precios y por desempeño (desviaciones), como se ilustra en la siguiente tabla:

Descripción	Presupuesto Original	Presupuesto Autorizado	Pronóstico Total
Estimado original	✓	✓	✓
Cambios de alcance aprobados (cambios de presupuesto)		✓	✓
Desviaciones aprobadas (desviaciones de presupuesto)			✓
Cambios de alcance en trámite, Desviaciones y variaciones en precio / desempeño			✓



Valero, Wilmington
Alky ReVAP / Expansion Project

(As Sold + CO Autorizadas)
PREUS PUESTO AUTORIZADO

(As Sold + CO Autorizadas + Reclasificaciones + Desviaciones)
PROMOSTICO TOTAL



ICA - Engineering Project Performance Report

Contract: A2HH
Septiembre-06

AS SOLD
PREUSPUESTO ORIGINAL

	Original Budget	Current Budget	Current Cost (ICC)	ICC Change this Period	% ICC Change this Period	Hours				Equivalent Starting				Progress				Budget	ICC
						Incremental		Cumulative		Planned		Actual		Incremental		Cumulative			
						Agro-03		Agro-03		Available		Used		Agro-03		Agro-03			
						Actual	Planned	Actual	Planned	Planned	Actual	Planned	Actual	Planned	Actual	Planned	Actual		
ENGINEERING																			
PROCESS	-	-	-	-	-					0.0	0.0								
MECHANICAL	2,527	2,527	2,527	-	19.2%	272	272	464	464	1.5	1.5	10.8%	10.8%	19.2%	19.2%			100%	
STRUCTURAL	7,442	7,731	7,821	90	8%	409	404	464	459	2.3	2.3	5.2%	5.2%	5.9%	5.9%			101%	
CIVIL	652	652	652	-	0%			0		0.0	0.0	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%			0%	
ARCHITECTURAL	-	-	-	-	-			0		0.0	0.0								
PIPING	20,950	20,950	20,950	-	1.6%	270	270	342	342	1.5	1.5	1.9%	1.9%	1.6%	1.6%			100%	
ELECTRICAL	3,207	3,207	3,207	-	6.9%	165	165	220	220	0.9	0.9	5.1%	5.1%	6.9%	6.9%			100%	
CONTROL SYS	2,862	2,862	2,862	-	14.0%	311	311	401	401	1.7	1.7	10.9%	10.9%	14.0%	14.0%			100%	
TOTAL ENGINEERING	37,640	37,929	38,019	90	5.0%	1,427	1,422	1,911	1,906	7.9	7.9	3.8%	3.8%	5.0%	5.0%			100%	
ENGINEERING SUPPORT																			
PROJECT MANAGEMENT	1,365	1,365	1,365	-	23.3%	171		318		1.0	1.0								
CLERICAL SUPPORT	-	-	-	-	-			0		0.0	0.0								
HO CONSTRUCTION	-	-	-	-	-			0		0.0	0.0								
DOCUMENT CONTROL	683	500	500	-	18.0%	90		90		0.5	0.5								
PROJECT CONTROLS / FINANCE	682	682	682	-	24.5%	64		167		0.4	0.4								
ESTIMATING	-	-	-	-	-			0											
INFORMATION MGMT	-	183	183	-	44.3%	54		81		0.3	0.3								
PROCUREMENT	-	-	-	-	-			0		0.0	0.0								
QUALITY ASSURANCE	-	-	-	-	-			0		0.0	0.0								
CONST SUPPORT	-	-	-	-	-			0		0.0	0.0								
TOTAL ENGINEERING SUPPORT	2,730	2,730	2,730	0	24.0%	379		656		2.1	2.1								
TOTAL USD ENGINEERING																			
OTHER SERVICES																			
TOTAL PROJECT	40,370	40,659	40,749	90	6.3%	1,806		2,567		10.0	10.0								

Los procesos de los avisos de desviación potencial, desviaciones, reclasificaciones, y órdenes



de cambio proveen un mecanismo mediante el cual los cambios potenciales a los documentos base (o cualquier situación que pudiera tener un impacto en el costo, programa, o cualquier otra variable en el proyecto) sean identificados, cuantificados o valorizados, aprobados, e implementados de una forma temprana en los proyectos. La efectividad del proceso depende de la participación de todos los integrantes del equipo del proyecto y que estos identifiquen, documenten y tramiten oportunamente cualquier “desviación potencial” que se presente.

El Proceso de administración de cambios en el proyecto, consiste en cuatro definiciones:

- Aviso de desviación potencial
- Orden de cambio
- Desviación o tendencia
- Reclasificación de costos

Criterio de numeración:

“**DP**” si se trata de un aviso de desviación potencial: **(DP-001 al DP-999)**

“**OC**” si se trata de un orden de cambio : **(OC-001 al OC-499)**

“**TN**” si se trata de una tendencia : **(TN-501 al TN-899)**

En caso de que en la documentación contractual no se establezca, los tiempos de presentación, revisión, aprobación y pago de las órdenes de cambio se definirán de común acuerdo con el cliente al inicio del proyecto.

Origen del cambio:

El origen de los cambios en un proyecto se debe a:

- Mejora en el proceso de producción
- Reducción en el uso de insumos y energéticos
- Reducción de costos por sustitución de materiales, equipos, etc.
- Reducción del tiempo de ejecución
- Errores de IPC y omisiones
- Faltantes en el alcance
- Cumplimiento con regulaciones locales o regionales
- Facilitar la puesta en servicio

El proceso para la administración de cambios del proyecto se muestra en el diagrama de flujo, que a continuación se explica en la figura 1.4.5.1.:



PROCESO DE ADMINISTRACIÓN DE CAMBIOS

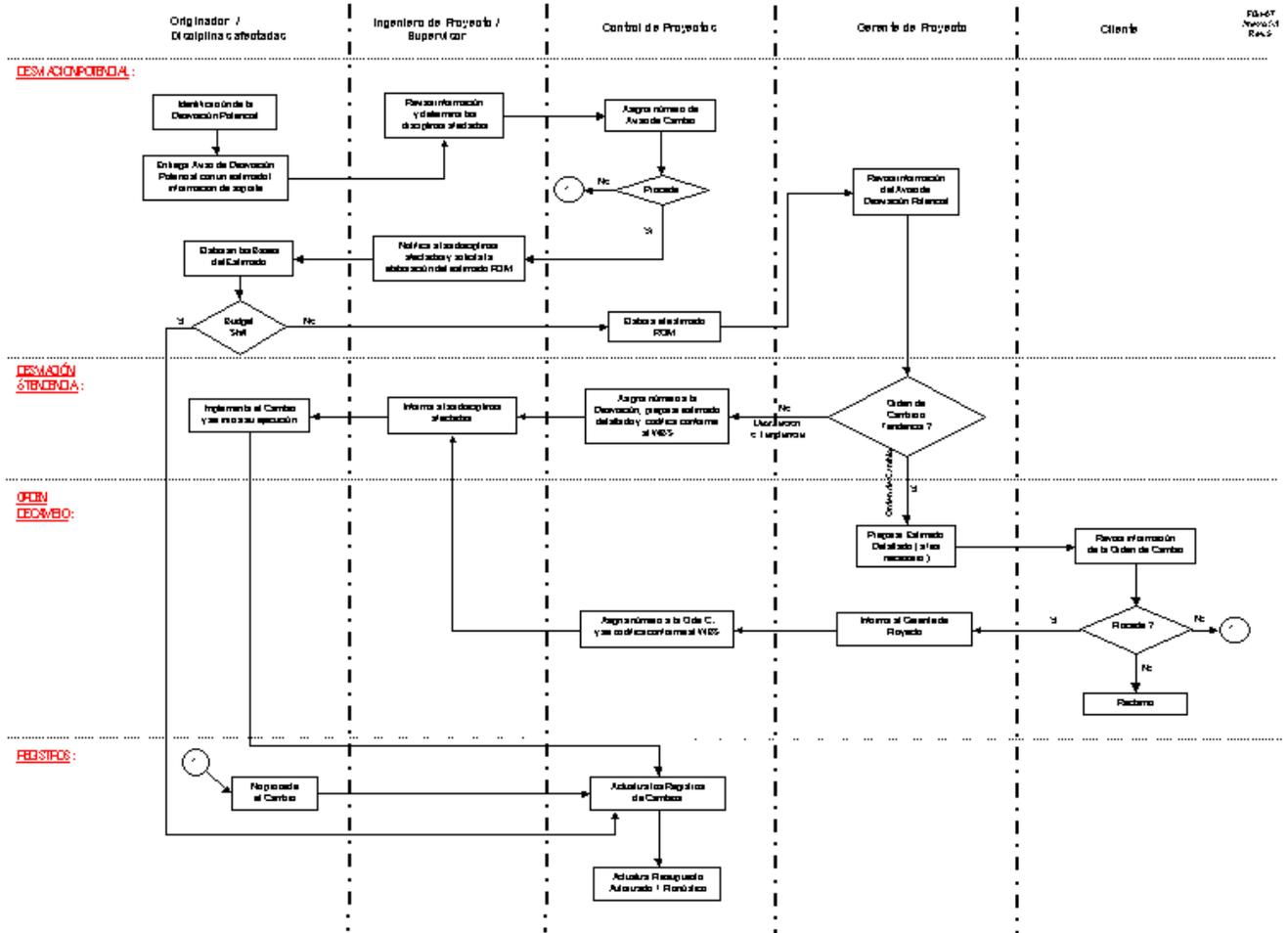


Fig 1.4.5.1. Muestra el proceso de la administración de cambios.

Cuando se identifica un cambio con respecto a los documentos base del proyecto y debe dar aviso inmediatamente por escrito al supervisor o responsable al momento de detectarlo.

El originador llenará la sección I y II del formato de **aviso de desviación potencial**, en el que describe el cambio. Aquí se podría anexar un croquis u otra información de apoyo en relación con lo que significa el cambio así como el por qué se le considera como tal. Finalmente describe el impacto que se tendría por este cambio en el proyecto (costo y tiempo), lo cual será verificado por el Líder de Control de Proyectos.

Y envía el formato al supervisor de la disciplina correspondiente para su revisión.

El supervisor determina si se trata efectivamente de un cambio con respecto a los documentos base.

En caso contrario, regresa el formato al originador con una explicación del por qué no se considera como un cambio válido.



Si se trata de un cambio válido, lo envían a las disciplinas y departamentos afectados así como al líder de control de proyectos, este asigna al aviso de desviación potencial un número consecutivo de tres dígitos (DP-XXX) y registra el cambio en el formato de **Registro de avisos de desviación potencial**. Trabaja con el equipo del proyecto para estimar el impacto en horas hombre, costo y programa. Incorpora esta información en la Sección III del formato de **aviso de desviación potencial**. También analizará e incluirá las horas hombre y costo que implicó la elaboración del estimado de costos cuando se trate de una orden de cambio.

Lo analiza con el originador, y el supervisor de la disciplina para determinar si es una orden de cambio, una tendencia o una reclasificación, marcándolo en el cuadro correspondiente que se encuentra en la sección II del formato.

Revisa dicho formato con el gerente de proyecto para su procedencia y notificación al cliente, si aplica.

El gerente de proyecto revisa el formato de **aviso de desviación potencial** y confirma si es un cambio válido respecto a los documentos base del proyecto.

Es importante tener presente, que NO deberá realizarse ningún trabajo previo, tanto para la orden de cambio como para las tendencias, sin la autorización escrita del gerente de proyecto.

Si no encuentra válido el cambio, marca el cuadro correspondiente a "cancelado" en el formato de **aviso de desviación potencial**, lo firma y lo regresa a control de pProyectos.

Si el gerente de proyecto aprueba el **aviso de desviación potencial** como "**orden de cambio**", lo envía al cliente para su revisión y si lo considera válido lo marca como tal en el cuadro correspondiente y firma de autorizado el formato.

Si el cliente no lo reconoce como un cambio de alcance respecto a los documentos base, marca el cuadro de "cancelado" en la sección de aprobación del **aviso de desviación potencial** y lo regresa al gerente de proyecto y en caso de ser necesario realizar este cambio, éste se deberá considerar como "tendencia".

Si el **aviso de desviación potencial** ha sido notificado por el cliente como "cancelado", el gerente de proyecto informa al equipo del proyecto y se actualiza el **registro de órdenes de cambio**.

Si el **aviso de desviación potencial** es regresado como una "**orden de cambio**" aprobada, el gerente de proyecto lo informa al equipo del proyecto y distribuye el formato de **bases del estimado** a todas las disciplinas que resultaron afectadas para que determinen el estimado de costos y se actualiza el **registro de órdenes de cambio**.

Los responsables indicarán los datos correspondientes a la disciplina y el nombre de quien elaboró el estimado, los cuales se solicitan en el encabezado de las **bases del estimado**.



En la Sección I “descripción del impacto del cambio” se indicará la siguiente información:

- a) Descripción del alcance de los trabajos
- b) Impacto del cambio específicamente a su disciplina
- c) Impacto del cambio en el programa

En la Sección II “impacto en el presupuesto de ingeniería, procuración y construcción” se incorpora el estimado de costos detallado de los departamentos afectados:

- a) Oficina matriz: costo, hh y gastos
- b) Procuración: costo de materiales y equipo
- c) Construcción: costos de mano de obra, materiales, maquinaria y subcontratos.
- d) Todos: evaluar el impacto en el programa y si genera costos adicionales.

Recopila el formato de las **bases del estimado** de las disciplinas afectadas y se reúne con ellos para preparar el estimado detallado de costos para el cambio.

Consolida la información de costo y tiempo en el formato de “**orden de cambio**” y lo presenta al gerente de proyecto para su revisión y aprobación.

Es responsable de asignar a la orden de cambio un número consecutivo de 3 dígitos (OC-001 al OC-499) y se actualiza el **registro de órdenes de cambio**.

Gerente de proyecto revisa la **orden de cambio** para obtener la aprobación del cliente.

Si el cambio se aprueba por el gerente de proyecto como “orden de cambio”, lo presenta al cliente para su revisión y aprobación.

Si se requieren modificaciones a la **base del estimado**, el gerente de proyecto define las modificaciones y la entrega a control de proyectos para su re-estimado.

Si la **orden de cambio** es “Aprobada” por el cliente, su representante la entrega al gerente de proyecto y entonces el líder de control de proyectos notifica al equipo de proyecto y actualiza el **registro de órdenes de cambio** con los costos y tiempo aprobados.

Si el cliente desea cancelar la **orden de cambio**, indica “Cancelado” sobre el formato y lo transmite al gerente de proyecto.

Si se requieren cambios a la **base del estimado**, control de proyectos incorpora estos cambios y recalcula el costo. Posteriormente firma la **orden de cambio** y la envía al gerente de proyecto nuevamente para su revisión y aprobación.

El gerente de proyecto la envía al cliente para su autorización, procediendo como se indicó anteriormente en el punto “Representante del cliente”.

Una vez autorizada la orden de cambio se procederá a su notificación y ejecución, participando las áreas afectadas por este cambio de alcance. También se actualiza el presupuesto autorizado y el pronóstico del proyecto.



La orden de cambio original se conservará en control de documentos (departamento encargado del manejo de información).

Si el **aviso de desviación potencial** no lo encuentra válido entonces marca el cuadro de **"Tendencia"** lo aprueba e informa al equipo del proyecto distribuyendoles el formato de **bases del estimado** a todas las disciplinas que resultaron afectadas para que determinen el estimado detallado en el formato **"tendencias"** para conocer su impacto en costo, ya que va a afectar al proyecto.

Una vez aprobado el cambio por el gerente de proyecto como **"tendencia"**, Control del Proyecto es responsable de asignar un número consecutivo de 3 dígitos (TN-501 al TN-899) y se actualiza el **registro de tendencias** con los valores aprobados presupuestos y programa. También actualiza el pronóstico del proyecto.

Para este tipo de cambios no es necesaria la presentación y autorización del cliente, ya que esto no afecta los documentos base.

Cuando existan en los proyectos eventos tales como: fuerza mayor, bloqueos, etc., se recomienda llevar un registro de los costos reales incurridos. Estos costos serán codificados por los responsables de las disciplinas utilizando el campo de cambios que tiene la estructura de WBS.



1.5 CONTROL DE LA FASE DE INGENIERÍA.

La Ingeniería es una fase importante dentro de los proyectos IPC's por lo que es fundamental la medición de esta, a través de cada documento o actividad a realizar en el proyecto a través del cumplimiento de los hitos o hitos asignados a cada uno de ellos.

Es importante comprender que la ingeniería está compuesta principalmente de documentos que son susceptibles de ser entregados al cliente. Estos pueden ser planos, especificaciones, memorias de cálculo, hojas de datos, etc. y son determinados por cada una de las disciplinas.

Es importante determinar que la Ingeniería se mide con HH (Horas-Hombres), por lo que es importante familiarizarse con los conceptos:

HH gastadas

Las HH gastadas son aquellas consumidas por el personal del proyecto en la ejecución de la Ingeniería y que son registradas a través del sistema de nómina cuando se trata de trabajos ejecutados en tiempo normal, y para el caso de trabajos ejecutados en tiempo extra, éstas serán registradas a través de una póliza de horas extras, incluyendo subcontratos y personal por Honorarios considerados en la factura.

HH ganadas

Las HH ganadas son las horas equivalentes al porcentaje de avance físico ejecutado con respecto a las HH autorizadas.

HH planeadas

Las HH planeadas son aquellas que corresponden a los documentos y/o actividades que se deberían haber ejecutado de acuerdo al programa de trabajo.

HH pronóstico total

Las HH pronóstico total son las HH gastadas a la fecha, más las pendientes por ganar de acuerdo a las HH autorizadas.

HH As Sold

Es el Presupuesto en HH con el cual se vendió originalmente el proyecto.

HH autorizadas

Es el presupuesto en HH autorizado por el gerente del proyecto, una vez que se hizo la revisión del presupuesto as sold por las disciplinas en conjunto con el gerente de Ingeniería o ingeniero de proyecto. (únicamente al inicio del proyecto)

Productividad (FP)

El factor de productividad es igual a las HH ganadas entre las HH gastadas.

Índice de desempeño del programa (SPI)

El índice de desempeño es igual a las HH ganadas entre las HH planeadas.



HH de control

Es la suma de las HH autorizadas, más todos los cambios que han sido identificados, que estén autorizados o aprobados por el gerente de proyecto o el cliente y las tendencias autorizadas por el gerente del proyecto.

EZTRAC (EZT)

Sistema utilizado para medir y controlar el estado de avance de las actividades que se desarrollan en un proyecto de Ingeniería en oficina matriz. Por medio de un WBS

Los líderes de disciplina tienen como responsabilidad mantener actualizado el listado de documentos entregables y actividades a desarrollar, registrar el avance a cada uno de estos, así como sus HH correspondientes y sus fechas de inicio y terminación en plan y pronóstico, notificar a control de proyectos sobre la adición de HH mediante órdenes de cambio o tendencias o cualquier alteración al presupuesto y/o alcance de su disciplina, asegurándose de la difusión de estos, indicando las HH gastadas totales de control level schedule (CLS) incluyendo al personal que no está en nómina, así como de toma de acciones correctivas para evitar desviaciones en el proyecto.

El gerente de ingeniería o ingeniero de proyecto es responsable de asegurarse de que estén bien definidos los métodos para medición de avances, y avalar el avance reportado por los supervisores, asegurarse de la difusión del alcance de la disciplina y su presupuesto a cada supervisor. Es responsable también del entendimiento por los supervisores de las partes más importantes del contrato, así como de toma de acciones correctivas para evitar desviaciones en el proyecto.

El gerente de proyecto es responsable de definir conjuntamente con el cliente el manual del proyecto, la revisión y firma del contrato, autorizar las HH presupuesto de control y su costo respectivo, la autorización del WBS del proyecto, así como las revisiones al presupuesto y la administración de cambios del mismo mediante tendencias u órdenes de cambio, entre otras actividades.

El gerente de ingeniería o ingeniero de proyecto, antes de iniciar los trabajos, deberá revisar conjuntamente con control de proyectos y los supervisores de las disciplinas las HH del presupuesto As Sold de acuerdo al alcance y al contrato, y se conciliará con el gerente de proyecto el presupuesto con el que se iniciarán los trabajos (HH de Control), y será el punto de partida para que los supervisores de disciplina generen los listados de documentos y actividades de los cuales se derivarán los parámetros de control del proyecto (programa de trabajo, lista de entregables, curvas de avance, etc.)

1.5.1 Generación de la línea base de control

Los líderes de disciplina generarán el listado de documentos del proyecto, codificarán los documentos de acuerdo al WBS y al manual del proyecto, asignarán HH autorizadas a todos sus documentos y actividades, definirán los eventos de medición del avance que le corresponde a cada tipo de documento, o en el caso de que se decida de común acuerdo



por los líderes de disciplina, gerente de ingeniería e ingeniero del proyecto tomar como fuente de información el CLS, los parámetros de medición de avance irán de 00-100. Además se asegurarán que el total de HH asignadas a los documentos y actividades sea igual a las HH de Control.

Control de proyectos generará las curvas de avance, productividad, y recursos (HH) de acuerdo al programa del proyecto y al presupuesto autorizado.

1.5.2 Cálculo del avance y productividad

El avance físico de un documento o actividad se "gana" según el avance de los documentos o "milestones". El líder de disciplina actualizará el estado de los documentos y actividades con la periodicidad que se le sea solicitada.

Las HH ganadas de un documento se calculan de la siguiente manera:

HH ganadas = % avance del documento x HH pronosticadas asignadas al documento

El avance de una disciplina de ingeniería o de la ingeniería de un proyecto se calculará de la siguiente forma:

% avance = Sum HH ganadas por documento / HH totales pronosticadas de la disciplina o ingeniería

Se calcularán porcentajes de avance:

Incluyendo tendencias:

Donde en la fórmula anterior,

HH ganadas = HH ganadas del alcance As-Sold + HH ganadas de órdenes de cambio + HH ganadas de tendencias aprobadas

HH totales = HH autorizadas + HH de órdenes de cambio + HH de tendencias

Productividad (FP)

FP = HH ganadas / HH gastadas

Se calcularán factores de productividad:

Incluyendo tendencias:

Donde en la fórmula anterior,

HH ganadas = HH ganadas del alcance as-sold + HH ganadas de órdenes de cambio + HH ganadas de tendencias aprobadas

Valores entre 1.05 y 0.95 se consideran dentro del índice de eficiencia óptima.

El porcentaje de avance, HH gastadas, y los valores ganados se reflejarán en las curvas de



avance, productividad, y recursos del proyecto con datos del periodo y acumulados, así como también los reportes tabulares.

1.5.3. Cálculo del índice del desempeño del programa (SPI)

Las HH planeadas son aquellas que se debería de haber ejecutado a en un periodo determinado.

$$\text{SPI} = \text{HH ganadas} / \text{HH planeadas}$$

Valores entre 1.05 y 0.95 se consideran dentro del índice de eficiencia óptima.

Requerimientos:

WBS

Nivel de detalle

Requerimiento de reportes y su frecuencia

Proceso de administración de cambios

1.5.4. Reportes y análisis

Los siguientes reportes se prepararán para conocer el estado de la ingeniería:

Reporte tabular de EZT

Curva de avance, productividad, y recursos (HH)

Reporte de avance por tipo de documento

Corte al programa

Curva S con todas las disciplinas

Los siguientes análisis se prepararán para conocer el estado de la ingeniería:

avance y productividad.

Análisis de varianzas. Involucra la comparación de los valores ganados con los planeados y gastados.

Análisis de tendencias. Involucra examinar los resultados del proyecto en le tiempo para determinar si el desempeño del proyecto ha ido mejorando o deteriorándose.

Acciones correctivas

Las acciones correctivas estarán a cargo del gerente de proyecto y gerente de ingeniería o ingeniero de proyecto; entre las acciones correctivas se incluye:

Plan de recuperación

Pronóstico de HH a terminación

Las HH a terminación se podrán calcular de la siguiente manera:

$$\text{HH a terminación} = \text{HH gastadas a la fecha} + \text{HH para terminar}$$

Donde,



HH para terminar = (HH totales – HH ganadas) / FP esperado

1.5.5. Juntas de revisión del estado de la ingeniería

Las juntas de revisión del estado del proyecto son parte integral del proceso de medición del avance y productividad del proyecto como lo muestra la figura 1.5.1.

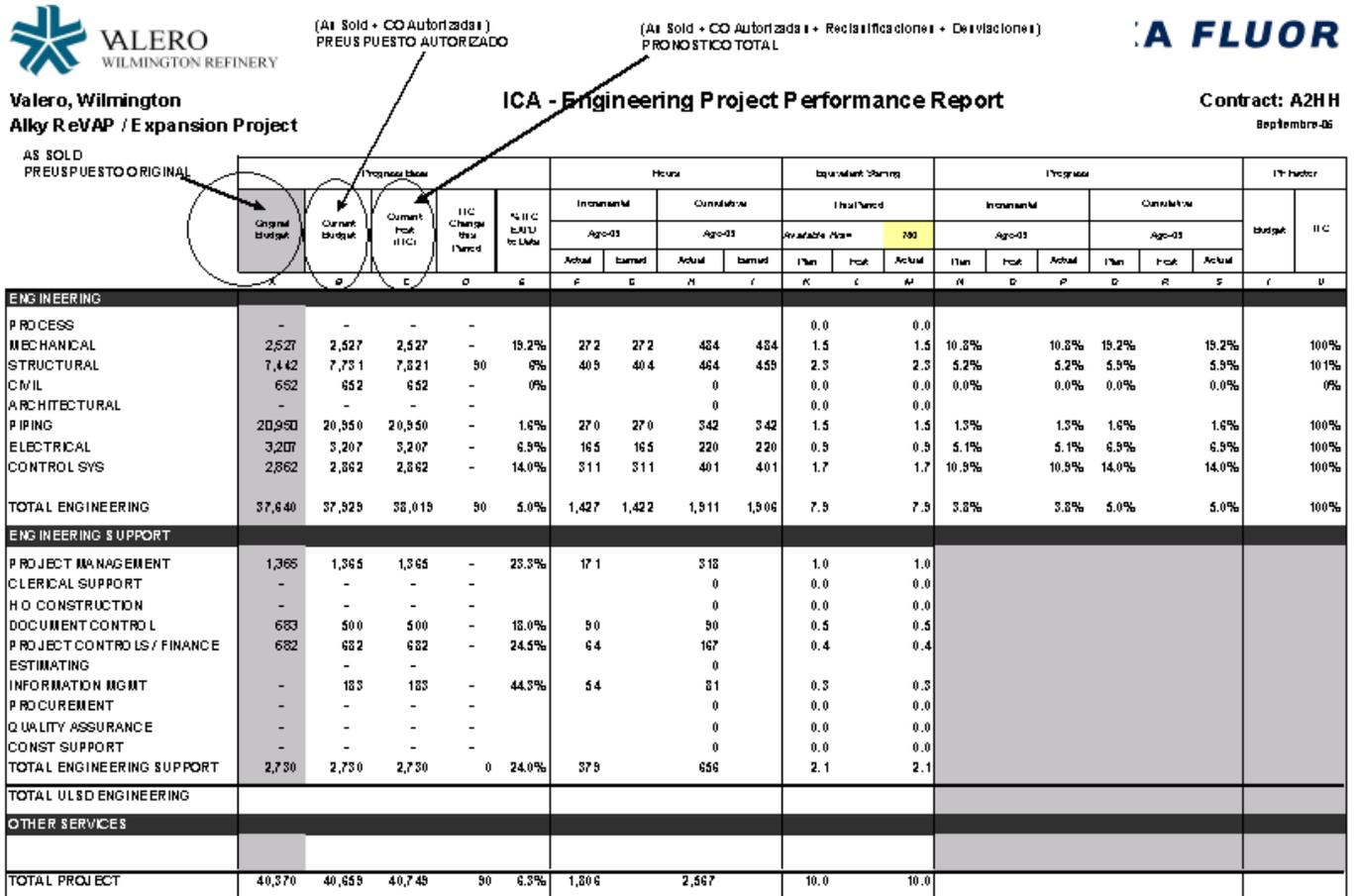


Fig. 1.5.1 Muestra un formato resumen del control de la ingeniería.



CAPÍTULO 2. -PLANEACIÓN Y PROGRAMACIÓN

2.1 PLANEACION Y PROGRAMACION.

El objetivo de este trabajo es definir las bases y criterios mediante las cuales se podrá planificar, integrar y administrar el “programa de nivel de gerencia del proyecto” (nivel I), así como el “programa de nivel detallado del proyecto” (nivel II), tanto para propuestas como proyecto, en la planeación y programación de las actividades que cumplan con la ejecución de los trabajos propuestos en el alcance de un contrato y puede comprender:

- Propuesta
- Ingeniería básica
- Ingeniería de detalle
- Procuración
- Construcción
- Terminación mecánica
- Puesta en servicio
- Entrega de instalaciones
- Inicio de operación comercial

Los parámetros de medición harán mediante la siguiente lista de verificación

Parámetro	Documento a verificar	Estado (si/no)	Ponderación
Tabla de fechas clave del proyecto	Reporte mensual		50.00%
Programa sumariado del proyecto	Reporte mensual		50.00%
Total =			100.00%

Los problemas más frecuentes a los que se enfrenta un planeador es a las actividades que no estan bien definidas y contemplan muchos entregables y no es fácil especificar cual es el origen del retraso.

Otro problema que los planeadores no tienen claro el concepto de holguras y por lo tanto pierden el valor de estos datos. Pocos planeadores pueden sugerir un plan de recuperación para evitar los retrasos ya que no tienen la noción de los alcances contratados para cada disciplina.

No mantienen informados a las disciplinas de las actividades en los próximos días ya sea 7 días,15 días o un mes.

Es indispensable que el planeador y programador, tenga claro los alcances del contrato, que este involucrado lo mas posible en el desarrollo de este, es importante que participe de las descisiones para reflejarlas en el programa y notificar los impactos que tendran, tenga claro de los rendimientos de las actividades para establecer las duraciones .



2.1.1 Como se define el plan y programa de proyecto:

El gerente de proyecto coordinará la definición del plan y programa del proyecto con el gerente de sitio, el gerente de ingeniería, el gerente de procuración y el gerente de puesta en servicio. Para este fin se consideran las bases del proyecto.

El Líder de planeación y programación define en conjunto con los líderes de disciplina de cada fase la estrategia general (planeación y programación integral) de ejecución del proyecto, para su posterior incorporación en el sistema de administración del proyecto.

Analiza el estado del proyecto para reportar periódicamente las desviaciones del "programa objetivo" y apoya en la toma de decisiones para mitigar los impactos y efectuar las optimizaciones de la relación tiempo-costo.

De acuerdo a requerimientos del proyecto, el líder de la planeación y programación se podrá apoyar en ingenieros programadores para la elaboración y administración del programa de nivel detallado (nivel II). Este proceso administrativo será desarrollado en coordinación con los responsables de cada disciplina por fase e incluirá el registro, evaluación y monitoreo de avance, así como de las etapas de mantenimiento (actualización de la red acorde con modificaciones al plan) y entregables del proyecto.

Los líderes de disciplina se apoyarán a su vez en sus colaboradores para la recopilación y revisión del avance logrado en el periodo basándose en los programas de nivel III (control level schedule), previa distribución al líder de planeación o ingenieros programadores del proyecto para su incorporación al sistema de administración del proyecto en programa de nivel I y II.

Revisa los entregables periódicos del estado global del proyecto emitidos por el líder de la planeación y programación para apoyarse en la toma de decisiones que permitan mitigar los impactos u optimizar la relación tiempo-costo.

Matriz de responsabilidades

Responsable	Funciones					
	Establecer criterios generales para la planeación y programación del proyecto	Definir la estrategia general de ejecución del proyecto	Elaborar y administrar el programa de nivel de detalle del proyecto	Recopilar y revisar el avance logrado en el periodo	Emitir reportes del estado global del proyecto	Analizar el estado global del proyecto
Gerente de proyecto	X					X
Líder de planeación y programación		X	X		X	X



Líderes de disciplina/fase (IPC+PS)		X		X		X
-------------------------------------	--	---	--	---	--	---

Antes de iniciar cualquier proceso de planeación de un proyecto se requiere recabar la información mínima necesaria para el correcto entendimiento del proyecto en todas sus fases, existen aspectos técnicos, contractuales, administrativos, legales y gerenciales que se deben de tener en consideración en el desarrollo de la planeación, aspectos que se encuentran definidos en la documentación que conforma el proyecto. Esta información proviene básicamente de dos fuentes: la proporcionada por el cliente y la desarrollada / validada por nuestra compañía.

Los documentos que definen los fundamentos de un proyecto y son el punto de referencia para desarrollar la planeación son los siguientes:

- Contrato y sus anexos (project contract)
- Alcance de las instalaciones (scope of facilities - SOF)
- Alcance de los servicios (scope of services – SOS)
- Plan de ejecución (project execution plan – PEP)
- Organización del proyecto (organizational breakdown structure – OBS)
- Estimado de costo (estimating)
-

Para la definición de la red de actividades se requiere que personal técnico de ingeniería, procuración, construcción y puesta en servicio validen la información entregada por el cliente, desarrollándola y complementándola cuando sea necesario hasta cumplir específicamente con las expectativas definidas en el alcance del proyecto mostrado en contrato y sus anexos. Cada fase del proyecto debe desarrollar un alcance para que sea integrado en la red de actividades del proyecto.

Ingeniería debe validar, revisar y complementar por lo menos los siguientes documentos base para la creación de la red de actividades:

- Lista de documentos de ingeniería con horas hombre y duraciones asociadas por documento
- Diagramas de flujo de proceso
- Diagramas de tuberías e instrumentación
- Layout general del proyecto
- Diagrama unifilar eléctrico
- Arreglos generales de tuberías
- Lista de equipos mecánicos, eléctrico, de control e instrumentación
- Lista de edificios, casetas y servicios de infraestructura
- Volumen de obra desglosado al nivel de detalle de la estructura WBS del proyecto

Procuración debe validar, revisar y complementar por lo menos lo siguiente que es base para



la creación de la red de actividades:

- Definición de períodos de entrega para el suministro de equipos de largo periodo de entrega (long lead items - LLI) de acuerdo a cotizaciones de proveedores
- Definición de períodos de entrega para el suministro de equipos menores, instrumentos y materiales, esta información podrá evolucionar desde períodos estimados hasta períodos definidos por los proveedores cuando se tengan firmadas las órdenes de compra o cotizaciones en firme.

Construcción debe validar, revisar y complementar por lo menos lo siguiente que es base para la creación de la red de actividades:

- Análisis de constructabilidad
- Definición de subcontratos
- Programa de maniobras e izajes
- Secuencias generales y prioridades
- Definición de las horas hombre, rendimientos, duraciones y dimensiones de los recursos asociados a cada actividad de construcción, en acuerdo al nivel de detalle definido en la estructura WBS del proyecto.

Puesta en servicio debe validar, revisar y complementar por lo menos lo siguiente que es base para la creación de la red de actividades:

- Diagrama de bloques de arranque
- Bloques de programación para energización
- Secuencia de prioridades en el arranque de sistemas
- Programa de puesta en servicio incluyendo duraciones estimadas para todas sus actividades, en acuerdo al nivel de detalle definido en la estructura WBS del proyecto.

Existen proyectos ya construidos con similar tecnología pero con diferente capacidad, localización y cliente, se aprovecha esta experiencia de la compañía o la de los socios (en determinados proyectos), para obtener redes de actividades "as-built" que sirvan como referencia y comparativa en el desarrollo de las redes de actividades del proyecto analizado.

2.1.2. Metodología de la planeación

Los diagramas de flujo de proceso deben ser traducidos a diagramas más simplificados, conocidos como bloques de programación para el arranque ver figura 2.1.1., los cuales son utilizados para dar prioridad a la construcción de las áreas de acuerdo a los flujos de entrada entre los equipos de proceso.

De estos diagramas de bloques se derivan las prioridades de la secuencia de arranque por sistemas, generalmente estos sistemas definen la siguiente secuencia:

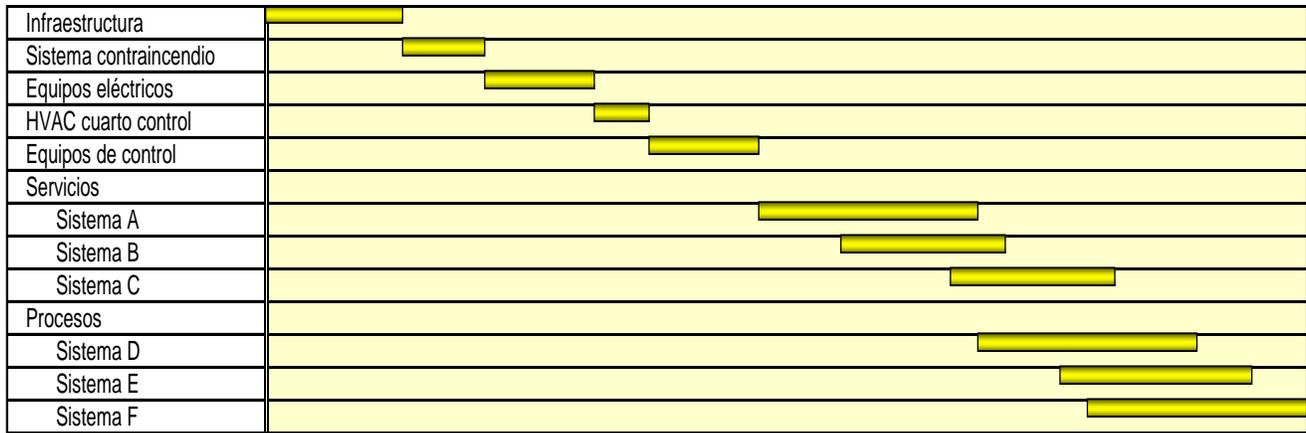


Fig. 2.1.1 Diagrama de programación para el arranque.

De esta representación entendemos que los primeros trabajos a terminar son la infraestructura, posteriormente los sistemas contra incendio, después los equipos eléctricos y así sucesivamente hasta terminar con los sistemas de procesos.

La definición de las prioridades de los sistemas de servicios y procesos se definirán de acuerdo al diagrama de bloques del arranque, en donde el personal de ingeniería de procesos y el personal de la fase de arranque desarrollarán un diagrama que indique la precedencia entre los sistemas de servicios y procesos.

El diagrama unifilar general debe ser traducido, al igual que los diagramas de flujo de procesos, a diagramas más simplificados, conocidos como bloques de programación para energización, el cual es utilizado para dar prioridad a la construcción de los edificios de acuerdo a las trayectorias de líneas de energía eléctrica que servirán para arrancar la planta. El diagrama de bloques de energización simplificado deberá ser revisado por la disciplina eléctrica y personal de la fase de arranque.

Al inicio de la ejecución de los trabajos de construcción se definen frentes por áreas, conforme evoluciona el proyecto y se acerca la fase de precomisionamiento, comisionamiento y arranque se requiere empezar a realizar las terminaciones mecánicas por sistemas que puedan ser cerrados y probados en conjunto, se puede considerar que en la fase de construcción se realiza un 80% de los trabajos por áreas y finalmente el 20% de los trabajos se detalla por sistemas.

Para la fase de comisionamiento, se realiza la etapa conocida como "yellow off", en la cual el equipo de comisionamiento se marca e identifica en los diagramas de tubería e instrumentación todos los elementos necesarios para probar los paquetes que haya definido. Es importante mencionar que en esta fase se agregan los circuitos de cable (fuerza y control) necesarios para el arranque y operación de los motores involucrados en cada paquete.

Este esfuerzo podría ser integrado en una base de datos que se comparte con todas las disciplinas del proyecto para representar el plan en el sistema de administración del proyecto y conocer el alcance, estado y prioridades de cada paquete. Construcción orienta sus esfuerzos a "cerrar" los puntos pendientes sobre la base del nuevo plan.

El grupo de procuración corre un reporte en el módulo de planeación de materiales para determinar el estado de los materiales de cada paquete, estrategias como etiquetar y empacar (bag & tag) es utilizada para separar los materiales a granel requeridos por los



primeros paquetes en comisionar.

Una vez que los paquetes son conformados y repartidos al IPC+PS, se designa un equipo especial de construcción y calidad que junto con el grupo de puesta en servicio revisarán los pendientes de cada paquete conocidos como "punch list items", previo a la entrega oficial del paquete por parte de construcción al grupo de comisionamiento.

No existe una regla única para todos los proyectos que indique cuando se debe hacer el cambio del programa de nivel de detalle hacia paquetes de puesta en servicio, sin embargo hay ciertos factores que sirven para delimitar el inicio de esta fase: el programa por áreas consideró un marco de tiempo para el comisionamiento de servicios auxiliares antes de los equipos de entrega tardía. Sobre la base de este periodo, el equipo de comisionamiento inicia movilización a sitio para comenzar operaciones.

Antes de proceder a explicar la nueva organización es importante notar que la ingeniería presenta un considerable avance en las áreas de diseño, por lo que sólo se deberán revisar las ligas de aquellas actividades no terminadas para identificar que paquetes se encuentran en las áreas de diseño sin completar y reconectar la ingeniería a las nuevas actividades de construcción.

En el caso de procuración el programa de nivel de detalle consideraba la llegada a sitio de los equipos a nivel tag, por lo que la liga hacia la nueva estructura es clara y no representa ninguna problemática.

Los materiales a granel ("bulks") permanecen en programa como grandes ciclos de procuración, sin embargo con la integración de los paquetes de prueba se identifican los materiales faltantes y es factible canalizar su llegada a sitio vía el módulo de planeación de materiales con la debida orientación de las prioridades de los paquetes, reflejados ya en programa.

De tal forma, la ingeniería podría seguir clasificándose por área, para que la nueva estructura se presente esencialmente en la llegada a sitio de equipos, construcción y puesta en servicio. Es importante notar que las directrices de organización del programa de nivel de detalle están finalmente dictadas de acuerdo a los requerimientos específicos de cada proyecto y/o cliente, por lo que el plan podrá ser agrupado en estructuras de clasificación alternas que satisfagan estos requisitos particulares.

Un factor muy importante en la planeación es la llegada a sitio de los equipos mecánicos de largo periodo de entrega, lo cual generalmente para proyectos de generación de fuerza, industriales y petroquímicos, se manifiesta en la ruta crítica del proyecto. La combinación de estas entregas más las prioridades descritas servirán para conformar, parcialmente, el plan de instalación de equipos mecánicos de entrega tardía, cuya incorporación en el sistema de administración del proyecto se traducirá en la primera evaluación de la ruta crítica con su correspondiente comparativa contra las fechas clave.

Como parte del plan de instalación de equipos mecánicos de largo periodo de entrega se deben definir en un plano de arreglo general los siguientes requisitos:

- Accesos provisionales
- Logística de grúas para izajes
- Localización de almacenes temporales de campo, bases de prefabricación para talleres de estructura / tuberías en sitio, así como la ubicación de la planta de concreto.



Al establecer dichas necesidades, se obtendrán las áreas con interferencias constructivas que serán consideradas para continuar con el proceso de planeación.

Una vez definidas las prioridades se debe estructurar el desarrollo de los trabajos en forma regresiva, esto es: en función de las prioridades definidas para el arranque se deben designar las prioridades de los trabajos de construcción, en función de estos trabajos de construcción se programan las actividades de procuración e ingeniería.

Estos períodos e hitos deben ser obligatoriamente observados y representados en las redes de actividades a desarrollar, los mismos están definidos en los documentos proporcionados por el cliente, la ubicación dentro de estos documentos varía de contrato a contrato.

Los hitos más comunes son los siguientes:

- Inicio y fin de proyecto
- Entrega de equipos, materiales o insumos por el cliente
- Liberación de áreas, plataformas, interconexiones, sistemas, unidades o plantas por el cliente
- Hitos de pago definidos por el cliente
- Hitos de pago definidos por nosotros
- Liberación de licencias y permisos, entre otros

Los períodos más comunes son los siguientes:

- Periodo de ejecución del proyecto
- Periodo de paros programados
- Periodo de capacitación
- Periodo de estabilidad de la planta en el arranque
- Periodo de pruebas de desempeño, entre otros

Los hitos de entrega y liberación por parte del cliente deben ser incorporados en las redes de actividades con restricciones en el tiempo (constrains) sin una actividad que les preceda, ya que estas actividades no dependen de ninguna otra actividad involucrada en el alcance del proyecto, dependerá directamente de la planeación del cliente y para fines del desarrollo de la red de actividades requerimos la fecha en que se harán las entregas o liberaciones, el incumplimiento por parte del cliente en algún hito contractual derivará en retrasos que pueden o no afectar a la ruta crítica del proyecto.

Por el contrario para los períodos, estos deben de ser relacionados y precedidos por actividades que conforman a la red de actividades del proyecto, se deben incorporar los recursos necesarios para cumplir con los períodos establecidos por el contrato.

Las variables de proyecto son definiciones básicas y necesarias para que la fase de programación desarrolle la red de actividades del "programa de nivel detallado – nivel II". Estas definiciones son derivadas de decisiones que debe tomar la gerencia del proyecto porque son variables que afectan el desarrollo de todo el proyecto.

Después de analizar la información disponible y el alcance del proyecto se tiene una mejor percepción del nivel de detalle al que se desea desarrollar la red de actividades para la fase



de programación, nivel mínimo necesario que debe representar la realidad del proyecto. Algunos clientes definen este nivel requerido, por lo que se deberán integrar sus criterios definidos. Si el cliente no define el nivel de estructura WBS se deberá analizar e indicar para cada fase a desarrollar, por ejemplo:

Fase	Nivel WBS
Ingeniería básica	3-4
Ingeniería de detalle	3-4
Procuración	4-5
Subcontratación	4-5
Construcción	5-8
Puesta en servicio	2-3

Se debe proponer el calendario laborable base de la red de actividades para la fase de programación, generalmente lo conforman los siguientes días y períodos:

- Días laborables por cada semana que cada fase laborará (5, 6 o 7 días laborables por semana).
- Días no laborables de acuerdo a la ley federal del trabajo, de forma obligatoria.
- Días no laborables por costumbre (10 mayo, 24 diciembre, 3 mayo, entre otros) de forma opcional.
- Periodo no laborables de fin de año, entre otros en forma opcional

La definición de estos días y períodos deberán ser incorporadas en el sistema de administración del proyecto para que actividades y recursos sean definidos de acuerdo a los mismos.

Para ciertas ubicaciones de algunos proyectos, se debe prever la factibilidad o restricción de trabajos por condiciones climatológicas, permitiendo generar, si así es convenido, períodos de contingencia, que no excedan el nivel para poder ser considerados eventos de fuerza mayor.

Se debe definir un periodo de tiempo donde se evaluará y medirá el avance obtenido durante la ejecución de los trabajos de las diferentes fases. La definición interna del requerimiento es llevar generalmente un avance semanal. El requerimiento del cliente es diferente y debe ser definido en términos del contrato y sus anexos o de común acuerdo.

Cuando se define un periodo de avance se debe determinar una fecha de corte que incluirá los trabajos ejecutados durante el periodo. Se pueden dar las siguientes fechas de corte para el avance:

- **Diario:** al término de la jornada de trabajo.
- **Semanal:** se elige un día de la semana para cerrar el avance, generalmente los viernes como último día del periodo.
- **Quincenal:** se eligen los días 15 y últimos de cada mes como últimos días del periodo.
- **Mensual:** se elige el último día del mes como último día del periodo.

Para los períodos quincenales y mensuales se suele tomar el avance acumulado semanal de 2, 4 o 5 semanas que mejor complementen estos períodos.



Para cada fase se deberán definir las horas hombre laborable del personal directo con las que trabajará el personal mensualmente, estas horas hombre estarán de acuerdo con los días laborables por semana, reflejando las horas extras y políticas laborales de la empresa expresadas en forma mensual, por ejemplo:

- Ingeniería y procuración 195 HH / mensuales
- Construcción 220 HH / mensuales

2.1.3. Programa de nivel de gerencia (Level I: management level schedule)

Este programa se desarrolla durante la fase de planeación con las definiciones aquí desarrolladas, es la base para el desarrollo del programa a nivel II, refleja la estrategia y línea de la gerencia de proyecto ver figura 2.1.2, debe cumplir con las siguientes consideraciones:

- Primer programa de construcción
- Sigue el diagrama de Pareto 80/100
- No debe cambiar sustancialmente durante el desarrollo del proyecto

En esta fase de programación se desarrollará, implementará y administrará el programa de nivel de detalle del proyecto (nivel II), basado en las consideraciones emitidas en la fase de planeación.

Creación de la red de actividades

La red de actividades para el desarrollo del programa de nivel detallado (nivel II) de un proyecto se conforma de las siguientes entidades:

- Actividades
- Relaciones
- Recursos

Teniendo estas entidades definidas se puede completar una red de actividades que pueda ser analizada, actualizada y controlada mediante un sistema de administración del proyecto.

Actividad

En la definición del alcance de una actividad se debe decidir si la actividad representa claramente una adecuada duración y costo en forma continua, puede ser asignada a una sola entidad responsable, así mismo se debe de verificar que esta actividad pueda ser medible en forma homogénea.

La descripción de una actividad es una frase corta que debe describir el alcance del trabajo de la actividad. Se debe buscar que esta descripción no se repita como descripción de otras actividades. El tamaño del campo que se le puede asociar a la descripción dependerá de la capacidad del sistema de administración del proyecto.

Se trata de un código de referencia el cual empleará el sistema de administración del proyecto para identificar a cada elemento dentro de la red de actividades. Por lo tanto se tiene la restricción del tamaño del campo empleado por el sistema de administración del



proyecto.

Cuando el cliente define una estructuración para la codificación de las actividades, el desarrollo de la codificación se debe realizar en función del criterio definido por el cliente.

Cuando el cliente no ha propuesto una codificación específica, debemos emplear el criterio de codificación de nuestra empresa, lo que facilita que cualquier persona involucrada en el proyecto comprenda más rápidamente a la red de actividades.

Si se emplea el software Primavera Project Planner, se debe considerar que las dos primeras posiciones serán utilizadas en la definición de subproyectos.

Estructuración propuesta:

Campo	Posiciones
Área subproyecto /	2
Unidad	2
Fase	1
Total	5

El resto de los campos disponibles queda a la elección del programador su definición.

Una actividad puede ser definida con algún tipo, dependiendo de lo que deseamos representar existen diferentes tipos de actividades. Las características de los tipos de actividades son las siguientes:

Tipo	Duración	Recursos	Costos
Tarea (task)	> 0	Aplica	Aplica
Hito o evento	0	No	Aplica
Hammock o nivel de esfuerzos	Sumariza la duración de otras actividades	Aplica	Aplica

Es muy importante el dimensionar las duraciones de las actividades de acuerdo a un soporte analizable y conciliable, de tal forma de evitar en la medida de lo posible el dimensionar actividades por experiencia, sentido común o de acuerdo a proyectos similares.

El dimensionamiento de la duración de las actividades depende de la fase a la que pertenecen, en algunos casos dependerá del análisis de nuestros recursos y en otros de la conciliación de tiempos con terceros (proveedores o subcontratistas) de acuerdo a los recursos de los mismos.

Duraciones de actividades de ingeniería

La actividad de ingeniería representada en la red de actividades define el trabajo necesario para desarrollar un documento de ingeniería desde su inicio hasta que el documento sea revisado-aprobado para diseño o para construcción por el cliente del proyecto.

Ingeniería debe estimar las duraciones de cada documento, el alcance de cada actividad incluirá el diseño, dibujo, supervisión y chequeo cruzado.

A la duración estimada por las disciplinas de ingeniería se agrega el tiempo necesario para



que el cliente apruebe el documento y este sea emitido como aprobado para diseño o construcción. Este periodo normalmente se encuentra definido en el contrato o bases de licitación, en su defecto debe ser conciliado con el cliente para la definición de un periodo en la aprobación de documentos de ingeniería.

Duraciones de actividades de procuración

Las actividades asociadas con la procuración que deben ser representadas en la red de actividades son las siguientes:

- **Procuración:** Para cada equipo y materiales (bulk materials) de instalación permanente se requiere que la fase de procuración defina la duración de sus actividades correspondientes, desde la recepción de la requisición para cotización (RFQ) técnica hasta la colocación de la orden de compra al proveedor. En este periodo se entiende que procuración desarrollará los siguientes trabajos:
 - a. Recepción de RFQ técnica
 - b. Elaboración de RFQ comercial
 - c. Petición de cotización a proveedores
 - d. Canalización de dudas técnicas de proveedores a ingeniería
 - e. Recepción de cotizaciones
 - f. Evaluación técnica (canalización de ofertas técnicas hacia ingeniería)
 - g. Evaluación comercial (elaboración de comparativas)
 - h. Definición de proveedor
 - i. Emisión de orden de compra
- **Suministro:** El departamento de procuración a través del área de expeditación será responsable en la definición y obtención de los periodos de duraciones de cada equipo y materiales (bulk material) de instalación permanente, ya sea que esta información esté soportada por información de proveedor o ésta información sea estimada por el departamento.

En este periodo del suministro de equipos o materiales de instalación permanente se entiende que los proveedores desarrollarán los siguientes trabajos:

- a. Aceptación de la orden de compra
- b. Desarrollo de la ingeniería de proveedor
- c. Conciliación de la ingeniería del proveedor con nuestra ingeniería
- d. Acopio de materiales y sub-equipos
- e. Pre-fabricación o fabricación
- f. Pruebas en taller o fábrica
- g. Embarque
- h. Transportación
- i. Entrega en sitio
- j. Entrega de dossier de calidad

Duraciones de actividades de subcontratos



Las actividades asociadas con los subcontratos que deben ser representadas en la red de actividades son las siguientes:

- **Gestión de subcontratación:** Es el trabajo realizado por el departamento de subcontratos que va desde la recepción de la RFO técnica hasta el fincar el subcontrato a un subcontratista asignado. Las duraciones de estos trabajos son definidas por el departamento de subcontratación, esta duración varía dependiendo de la magnitud de los trabajos, la complejidad técnica, la disponibilidad de recursos y la necesidad de prioridades del proyecto. Las actividades relacionadas con estos trabajos deben estar indicadas en la fase de subcontratación.
- **Ejecución del trabajo subcontratado:** Para la definición de la duración de los trabajos subcontratados, cada subcontratista debe revisar el alcance de sus trabajos que se les hayan asignado y en función de sus recursos disponibles deben definir la duración de sus trabajos, esta duración es conciliada con el programa de construcción para verificar que cumpla con nuestras expectativas definidas, de esta conciliación se definen los períodos de duración que deberán ser incorporados a la red de actividades en la fase de construcción.

Duraciones de actividades de construcción

Lo que se desea representar como actividades de construcción son los trabajos a desarrollar en forma continua y que no se vean afectados por una actividad externa, para el cumplimiento de los mismos se considera que todos los recursos (mano de obra, maquinaria de construcción y equipos/materiales de instalación permanente) asociados a los mismos antes de iniciar la actividad se encuentran disponibles.

Para definir la duración de una actividad de construcción se requiere de la siguiente información:

Concepto	Descripción
Volumen	Volumen de los trabajos a ejecutar
Unidad	Unidad representativa de los trabajos a ejecutar
Rendimiento	Rendimiento en HH / VOL
HH / mes	Horas hombre que trabajará el personal de la fase de construcción por mes
Cuadrilla	Composición de personal que conformará el grupo de trabajo
Calendario	Calendario en días laborables por semana de trabajo

Ejemplo:

Definir el tiempo necesario para construir la cimentación del tanque TK-001, con los siguientes datos:

Volumen = 20 m^3

Rendimiento = $23 \text{ HH} / \text{m}^3$

HH / mes = $210 \text{ HH} / \text{mes}$

Definición de cuadrilla:



Personal	Cantidad
Cabo	0.5
Oficial albañil	2.0
Oficial herrero	1.0
Ayudante	2.0
Total	5.5

Con un calendario de 6 días laborables por semana

Se tiene el cálculo siguiente:

$$HH = 20 \text{ m}^3 \times 23 \text{ HH / m}^3 = 460 \text{ HH}$$

$$HH \text{ cuad. / mes} = 5.5 \times 210 \text{ HH / mes} = 1155 \text{ HH cuad. / mes}$$

$$\text{Duración} = HH / (HH \text{ cuad./ mes}) = 460 \text{ HH} / (1155 \text{ HH / mes}) = 0.398 \text{ meses} =$$

$$= 12.099 \text{ días calendario} = 10.37 \text{ días laborables} \approx \mathbf{10 \text{ días laborables}}$$

Duraciones de actividades de puesta en servicio

Durante la fase de puesta en servicio se incluyen actividades de comisionamiento, arranque, pruebas de desempeño y puesta en servicio, estos trabajos no son comunes a diferentes proyectos, por lo que la definición del dimensionamiento de las duraciones y recursos se delegan al personal de puesta en servicio, el personal de esta fase de puesta en servicio tendrá la responsabilidad de entregar el programa con períodos de duración de sus actividades de acuerdo a la experiencia, alcance y análisis de la ejecución de estos trabajos.

Calendario

Todas las actividades son desarrolladas por recursos, los mismos cumplen con determinados horarios de trabajo fijados en calendarios semanales para ser incorporados al sistema de administración del proyecto, en general se recomienda definir para cada fase su correspondiente calendario de la siguiente forma:

Calendario	Fases asociadas
5 días laborables por semana	<ul style="list-style-type: none"> • Ingeniería • Procuración (RFQ a OC)
6 días laborables por semana	<ul style="list-style-type: none"> • Subcontratos • Construcción • Precomisionamiento
7 días laborables por semana	<ul style="list-style-type: none"> • Suministros • Paros programados • Puesta en servicio

Asignación WBS



Finalmente, después de haber definido a la actividad (alcance, código, descripción, duración y calendario), se le asigna una estructura de trabajo WBS para la ejecución de una parte del alcance del proyecto.

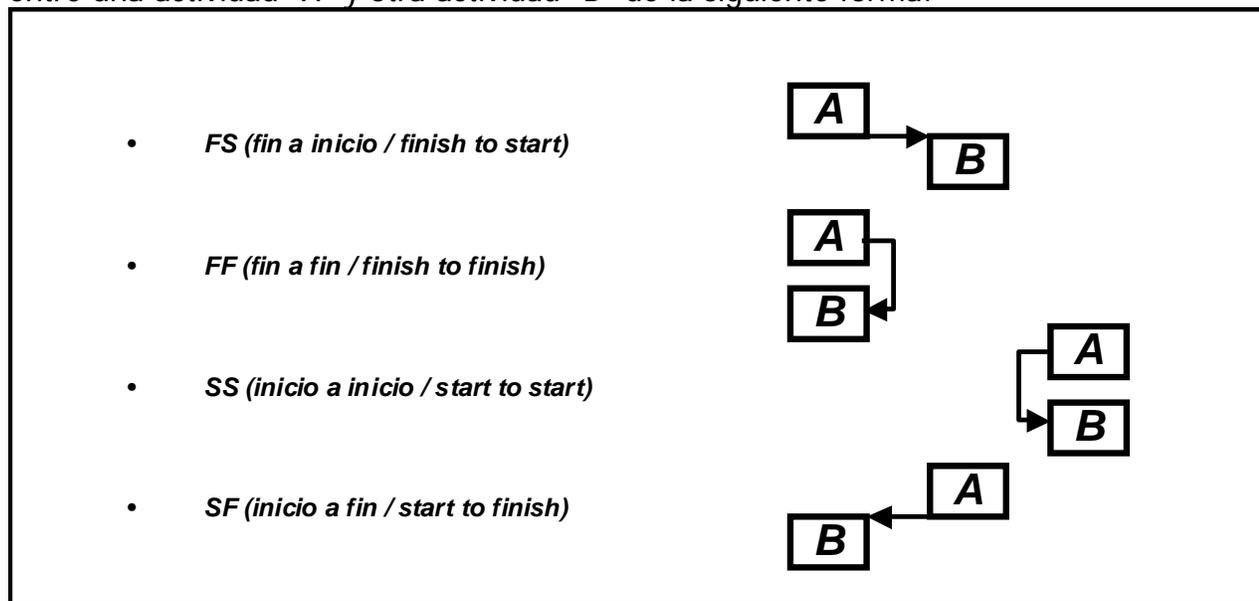
Relación

Las relaciones representan la interacción de dependencia entre las distintas actividades, definiendo la interacción natural entre los diferentes trabajos de un proyecto, indicando su secuencia de ejecución en forma progresiva.

En la definición de las relaciones todas las disciplinas y fases deben de participar en forma interactiva y no separada. Es importante que entre las diferentes disciplinas se transmita información, quedando comprendidos y definidos los requerimientos entre las mismas, en el entendido de que los trabajos requieren que las disciplinas asuman y respeten sus responsabilidades compartidas.

Tipos

Existen cuatro tipos de relaciones entre actividades. Se representa este tipo de relaciones entre una actividad "A" y otra actividad "B" de la siguiente forma:



La relación "fin a inicio" (FS) es la más comúnmente usada en el desarrollo de redes de actividades y es la que debería prevalecer. El empleo de las relaciones "fin a fin" (FF), "inicio a inicio" (SS) o "inicio a fin" (SF) pueden producir resultados inesperados ya que estos tipos de relaciones no han sido consistentemente implementados.

Adelantos (lags) y atrasos (delays)

En todos los tipos de relaciones puede existir un desfase positivo (adelanto) o negativo (atraso), es decir: no necesariamente inicia o finaliza la actividad sucesora después de haber finalizado o iniciado la actividad. Estos desfases se representan en días y emplean el calendario de la actividad sucesora.

Al ser utilizados estos desfases, debe considerarse su constante revisión pues en muchos casos se definieron sobre la base de la terminación de tareas intermedias y estas pueden lograrse en periodos de tiempo distintos a los programados.



Relaciones de interfases en proyectos IPC+PS

Estas relaciones se derivan de la interacción de una actividad definida en una fase entre las actividades definidas en diferentes fases del proyecto, para cada actividad definida en una fase por lo menos debe de tener las siguientes predecesoras definidas en las siguientes fases:

Predecesora	Actividad
<ul style="list-style-type: none"> • Inicio de proyecto • Ingeniería básica 	<ul style="list-style-type: none"> • Ingeniería básica
<ul style="list-style-type: none"> • Ingeniería básica • Ingeniería de detalle • Información de proveedores 	<ul style="list-style-type: none"> • Ingeniería de detalle
<ul style="list-style-type: none"> • Ingeniería de detalle 	<ul style="list-style-type: none"> • Procuración
<ul style="list-style-type: none"> • Ingeniería de detalle • Procuración • Construcción 	<ul style="list-style-type: none"> • Construcción
<ul style="list-style-type: none"> • Ingeniería básica • Ingeniería de detalle • Procuración • Construcción 	<ul style="list-style-type: none"> • Puesta en servicio

Restricciones

Las restricciones eliminan a la relación y se presentan en eventos o hitos en donde se requiere fijar en el tiempo a la actividad derivados de afectaciones o condiciones externas que no dependen de ninguna actividad dentro del alcance del proyecto, tales como:

- Entrega de equipos, materiales, insumos, licencias o permisos por el cliente
- Liberaciones de áreas, plataformas, interconexiones, sistemas, unidades o plantas

Para realizar esta restricción se debe fijar el inicio o el final en el tiempo mediante una fecha al hito a restringir (constrains), por lo general a las actividades con duraciones mayores a cero no se les realiza este tipo de restricciones (algunos clientes obligatoriamente así lo indican).

Carga de recursos

A cada actividad de la red de actividades se le deben asociar los recursos necesarios para ejecutar los trabajos indicados en su alcance (recursos exclusivamente asociados a los costos directos), generalmente se asocian los recursos de mano de obra expresados en horas hombre.

Las siguientes actividades son excepciones a las que no se les pueden cargar recursos:

- Hitos o eventos cualesquiera
- Actividades del suministro de equipos, materiales o insumos
- Actividades desarrolladas por el cliente



Es importante el aclarar que se debe considerar las horas hombre de los subcontratistas, aún y cuando no forman parte de los recursos de nuestra empresa.

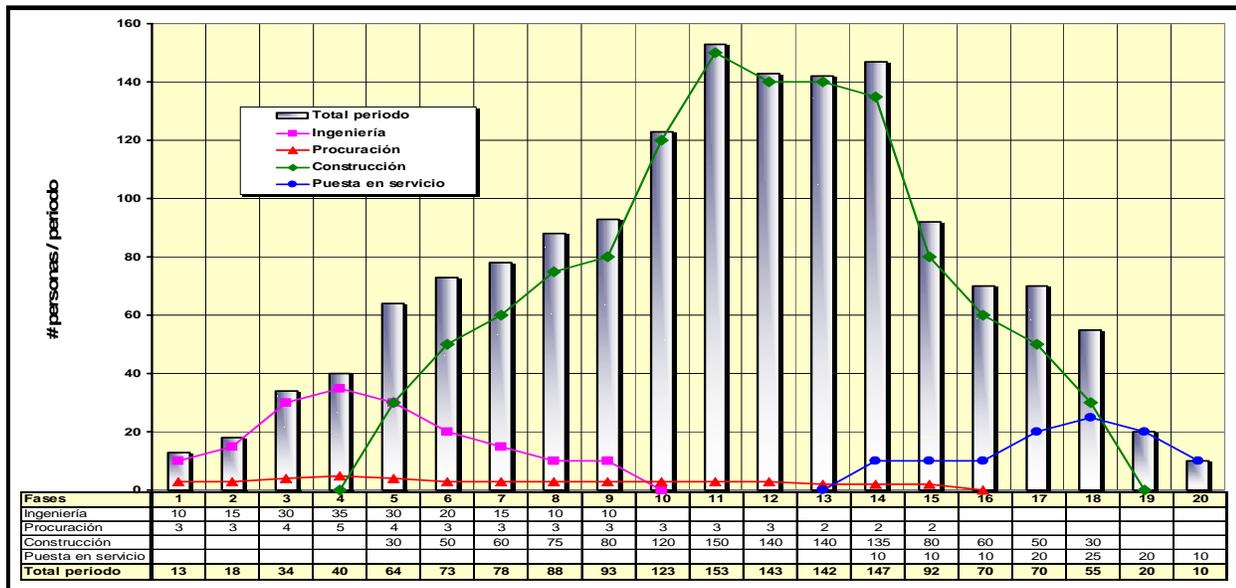
Se debe definir en conjunto con el cliente la categoría del personal que deba ser reconocida como mano de obra directa, generalmente se tienen los siguientes límites:

- **Ingeniería:** se suele considerar: dibujantes, diseñadores y supervisores como mano de obra directa.
- **Procuración:** se suele considerar únicamente al comprador y expeditador como mano de obra directa, esta definición debe ser conciliada con el cliente porque generalmente no se incluyen como carga de recursos.
- **Construcción:** se suele considerar hasta el primer nivel de mando como mano de obra directa (hasta cabo o sobrestante).
- **Puesta en servicio:** depende del alcance definido en el contrato, la definición de qué recursos deben ser considerados se debe conciliar con el cliente.

El resto del personal o niveles de mando superiores se considera como costo indirecto y no se deben reflejar sus horas hombre asociadas a la red de actividades.

Como resultado de la carga de los recursos a la red de actividades se obtienen las curvas periódicas (semanales, quincenales o mensuales) de distribución de horas hombre, es común representarlal como número de personas/periodo para todo el proyecto, los criterios de uniformización y nivelación de recursos se definen en el apartado.

La siguiente es una gráfica comúnmente utilizada en la representación de este flujo de recursos:



Consistencia

Posterior al desarrollo inicial de la red de actividades se debe verificar su consistencia, en esta etapa nos aseguramos que la información que definimos forme una entidad lógica programable y consistente de acuerdo a estándares de programación. Por lo tanto se trata de una fase de revisión de la red de actividades.

Esta fase se debe efectuar necesariamente antes de comenzar con cualquier tipo de análisis, de lo contrario la información derivada de los análisis a efectuar no será confiable.

Las siguientes actividades deben de realizarse en la secuencia mostrada, cada una de ellas será concretada correctamente en la medida de que se revise la actividad anterior.

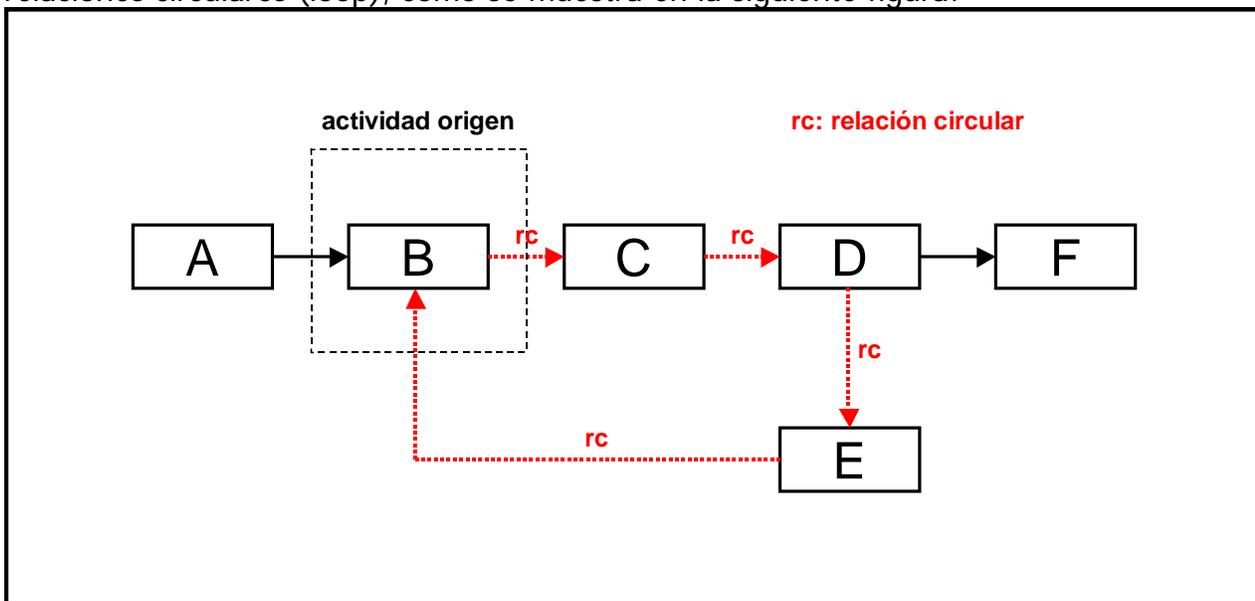


Validación de restricciones

Verificar que las dependencias indicadas como restricciones en el tiempo representen a eventos externos fuera del alcance del proyecto, evitando las restricciones temporales y auxiliares que eventualmente son generadas durante el desarrollo de una red de actividades.

Eliminación de relaciones circulares

Durante el desarrollo de una red de actividades es común el generar relaciones redundantes, es decir: para una actividad origen puede existir relaciones predecesoras que dependan de otras relaciones que dependerán a su vez de la actividad origen formando un conjunto de relaciones circulares (loop), como se muestra en la siguiente figura:



Este tipo de relaciones circulares se deberá eliminar, redefiniendo la correcta lógica de secuencia de actividades, el sistema de administración del proyecto indicará las relaciones circulares, pudiéndose generar más de un grupo de actividades circulares.

Cierre de la red de actividades

Nos debemos de asegurar que todas las actividades tengan actividades sucesoras y actividades predecesoras, con la finalidad de que los cálculos inherentes a la red de actividades tales como holguras, ruta crítica, inicios tempranos e inicios tardíos representen la realidad del proyecto.

Las siguientes actividades son excepciones válidas:

- Inicio de proyecto. Es evidente que no tendrá actividad(es) predecesora(s).
- Final de proyecto. No deberá tener actividad(es) sucesora(s).
- Dependencias externas. No deben tener actividad(es) predecesora(s)
-



Revisión de holguras

Posterior al cierre de la red de actividades, se verifica que las holguras totales y parciales sean consistentes, que no sobrepasen los 9 meses y que representen efectivamente un potencial desplazamiento sin afectar a la ruta crítica.

Retroalimentación

Después de contar con una red de actividades consistente se emite internamente para comentarios a los diferentes grupos de trabajo del proyecto, entre los cuales debe ser revisado por la gerencia de proyecto y por construcción. Las anotaciones que se deriven de esta revisión se validan y concilian incorporándolas a la red de actividades de ser necesario.

2.2.3. Programa objetivo

Durante el desarrollo de una red de actividades se asumen criterios basados en la información que al momento se tiene, esta información tiene un grado de riesgo o incertidumbre que debe ser asumido y evidenciado, debido a que durante cada fase del desarrollo de un proyecto es imposible el obtener toda la información definitiva con la que se realizarán los trabajos de proyectos IPC+PS.

Conforme evoluciona el proyecto la información tiende a ser determinada en forma definitiva, por tal motivo estas consideraciones deben ser validadas, complementadas, actualizadas, reemplazadas o eliminadas durante el desarrollo del proyecto.

Tomando en cuenta estas consideraciones, un programa no puede ser calificado como correcto o incorrecto, se entiende que las consideraciones asumidas pueden ser o no las adecuadas en función de la información disponible al momento de su incorporación al programa.

Las siguientes pueden ser tomadas como bases del programa:

- Estrategia general de construcción
- Duración de los períodos del suministro de equipos específicos estándar.
- Períodos de transición de ingeniería entre oficinas
- Sistemas de generación de energía y agua temporales
- Definición de la dimensión de los recursos
- Secuencia de arranque
- Turnos y calendarios a emplear por los recursos

Una vez definido un programa soportado, consistente y validado internamente por el proyecto, se fija o congela esta red de actividades y se le define como "programa objetivo" (target o base line schedule), contra este programa se medirán los adelantos o atrasos que se vayan presentando periódicamente durante el desarrollo del proyecto.

Este programa objetivo se debe emitir en conjunto con las bases del programa a los diferentes grupos de trabajo involucrados en el proyecto y se emite al cliente.



Posterior al inicio del proyecto se deben realizar periódicamente las siguientes etapas hasta la finalización del proyecto. La definición y logro de cada una de ellas dependerá de la anterior etapa, por lo que deben seguir el orden aquí indicado.

Son los trabajos a realizar durante el periodo definido en las variables de proyecto, en donde se desarrollan las actividades correspondientes a las diferentes fases del proyecto, la ejecución de estos trabajos depende directamente del personal asignado a cada fase.

Administración de cambios de proyecto

Las órdenes de cambio generadas deben ser tomadas en cuenta en los programas generados durante el desarrollo del proyecto de la siguiente forma:

- **Estimado original (as sold):** El programa objetivo debe estar soportado con los volúmenes y rendimientos detallados en el estimado original (as sold).
- **Cambios de alcance aprobados por el cliente:** Las modificaciones que se deriven en tiempo por los trabajos a desarrollar en estos cambios de alcance se deberán reflejar en el programa de nivel detallado (nivel II) una vez que estos sean aprobados por el cliente.
- **Cambios de alcance en trámite con el cliente:** Las modificaciones que se deriven en tiempo por los trabajos a desarrollar en estos cambios de alcance no se deben reflejar en el programa de nivel detallado hasta que sean aprobados por el cliente. Si no existe aprobación del cliente se podrán hacer simulaciones para cuantificar el impacto en programa derivados de estos cambios de alcance.
- **Cambios de presupuesto:** Las modificaciones que se deriven en tiempo por los trabajos a desarrollar en estos cambios de alcance se deberán reflejar en el programa de nivel detallado (nivel II) una vez que estos sean aprobados por el gerente del proyecto. Si no existe la aprobación del gerente de proyecto se podrán hacer simulaciones para cuantificar el impacto en programa derivados de estos cambios de alcance.

2.1.4. Medición de avance

Posterior a la ejecución de los trabajos se requiere el cuantificar y medir los avances desarrollados durante el periodo de ejecución definido, esta medición es realizada y registrada en los programas de nivel de control que desarrolla cada fase del proyecto, los mínimos requerimientos necesarios para la actualización del programa de nivel detallado que deben ser entregados por cada programa de nivel III, son los siguientes datos desarrollados en el periodo ejecutado:

- **Fechas actuales:** Si durante el periodo ejecutado inició o finalizó una actividad se debe de registrar la fecha real en la que se dio el suceso.
- **Porcentaje de completamiento:** En función del análisis de los trabajos ejecutados para cada actividad se define un porcentaje de avance ejecutado en el periodo que se expresa en forma acumulada y es el resultado del análisis desarrollado en los diferentes programas de nivel de control.
- **Eventos cumplidos:** Cuando un hito se ha cumplido se debe de registrar la



fecha real en la que se dio el suceso.

- **Volumen ejecutado:** Son las cantidades de obra realizadas durante el periodo de ejecución definido.

Pronósticos (forecast) En función de los parámetros ejecutados y planeados se definen nuevas producciones esperadas con las que se predicen y pronostican los volúmenes de obra a ejecutar en periodos posteriores en función de los recursos disponibles, este pronóstico debe ser desarrollado por los programas de nivel de control.

Se deben determinar los siguientes parámetros necesarios en la actualización del programa de nivel detallado:

- **Fechas esperadas:** Durante el desarrollo del proyecto la información de proveedores de equipos y materiales se obtiene con mayor certidumbre, por lo que la fase de procuración debe de controlar las fechas esperadas de los eventos asociados al suministro y emitirlos a la programación cuando existan modificaciones.
- **Volúmenes esperados:** Durante el desarrollo de la fase de ingeniería de detalle y la ejecución de la fase de construcción se determinan volúmenes que pueden variar con respecto a los definidos en la volumetría "as sold", estas variaciones deben estar reflejadas y actualizadas en los programas de nivel de control, las mismas volumetrías con sus unidades representativas deberán ser transmitidas al programa de nivel detallado.
- **Producciones esperadas:** En función de las producciones ejecutadas y planeadas se pronostican las producciones esperadas para cada actividad.
- **Recursos programados:** Cada fase del proyecto debe de proponer la cantidad de recursos necesarios para ejecutar la actividad.
- **Duraciones remanentes:** En función de la producción esperada y los recursos programados se calcula el tiempo de trabajo necesario para terminar con los trabajos asociados a la actividad analizada.

Posterior a que se hayan concluido las etapas de ejecución, administración de cambios, medición de avance y pronóstico se deben de incluir los parámetros obtenidos en el desarrollo y complementación del programa de nivel detallado (nivel II).

La actualización del programa se resume en la realización de las siguientes etapas:

- Incorporación de administración de cambios
- Incorporación de avances
- Incorporación de pronósticos
- Evolución de estructuras WBS
- Cambios de lógica
- Curvas de recursos
- Consistencia (de igual forma que lo definido en apartado 0)

Posterior a la revisión de la consistencia se debe validar que los recursos programados para el siguiente periodo por grupo de trabajo no estén en los siguientes supuestos:

- **Recursos insuficientes:** Se presenta cuando los recursos programados son

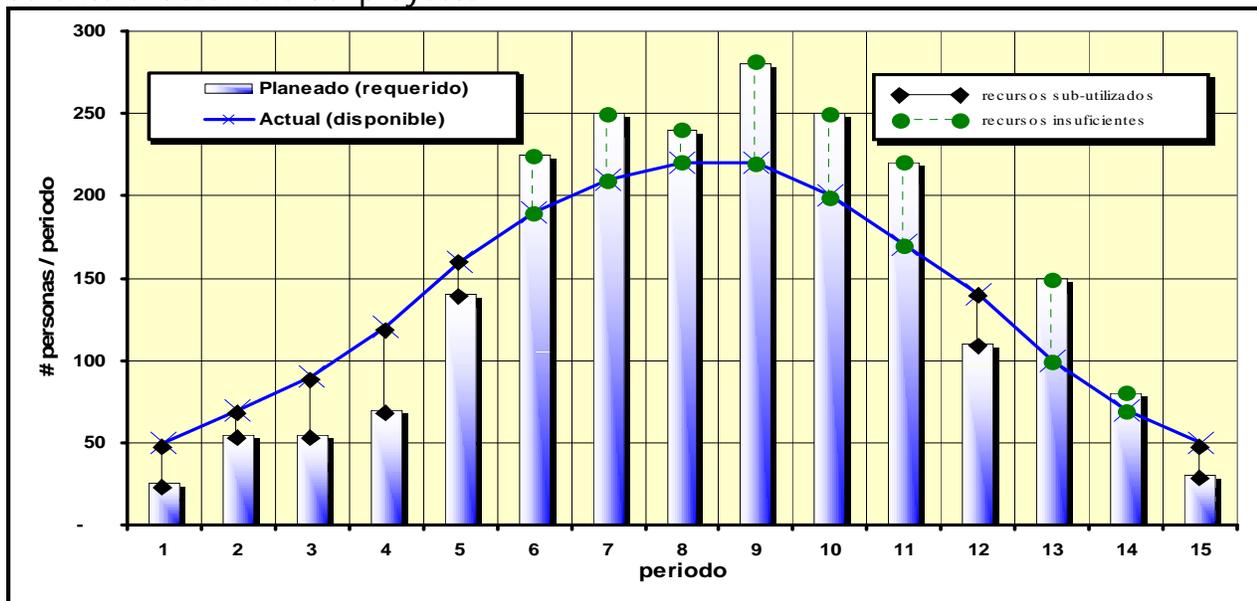


mayores que los recursos reales a emplear durante el próximo periodo. Se tienen dos soluciones para eliminar esta situación: se contratan más recursos o se hace el compromiso de mejorar las productividades. En caso de no tomar en cuenta esta consideración el programa seguramente no podrá ser cumplido de acuerdo a lo planeado para el siguiente periodo.

- **Recursos sub-utilizados:** También se puede presentar el escenario en donde los recursos programados son menores que los recursos reales a emplear durante el próximo periodo para cada grupo de trabajo. Se tienen dos soluciones para eliminar esta situación: se redefine la lógica de las actividades (adelantando más trabajo de lo planeado o realizando trabajos en paralelo) o se despiden los recursos sub-utilizados involucrados por grupos de trabajo. En caso de no tomar en cuenta esta consideración el proyecto tendrá costos adicionales por tiempos muertos en los recursos asignados.

Posterior a la validación de los recursos, esto es: que los recursos reales cubran las necesidades de los recursos programados durante el próximo periodo, se puede continuar con las siguientes etapas de la programación (proceso mostrado en figura 2.1.3.).

Si no se efectúa la nivelación de recursos para cada periodo, se presenta una ineficiente administración de los recursos que repercute en un sobrecosto para el proyecto y seguramente en desvíos en el programa, comportándose los recursos de la siguiente forma durante el desarrollo del proyecto:



2.1.3. Análisis del programa

Posterior a la validación de los recursos de la red de actividades se pueden realizar diversos análisis que nos indicarán diferentes parámetros, tendencias y características del proyecto, información que auxiliará y apoyará en la toma de decisiones a diferentes niveles: cliente, dirección, gerencia y supervisión.

Se realiza el análisis del programa temprano y programa tardío solo si las duraciones de las actividades están determinadas en función de recursos y además están cargados los recursos a las diferentes actividades.

las actividades que no son críticas lo antes posible. Todas las actividades se programan



según su duración normal, no se programan tiempos flotantes para ninguna actividad determinada y en consecuencia los tiempos flotantes libres se convierten en un margen futuro de seguridad. Por lo general el programa temprano es representado por defecto en los diferentes sistemas de administración de proyecto.

Programa tardío (o programa de iniciación más remota): consisten en comenzar la actividad lo más tarde posible, haciendo que todas las actividades se vuelvan críticas sin aumentar el periodo de ejecución del proyecto, eliminándose todos los tiempos flotantes y generando secuencias de actividades cuyo retraso en cualquier actividad retrasa la terminación del proyecto.

Una comparación de la carga de recursos entre los dos programas muestra que el programa temprano requiere de una carga fuerte inicial de recursos y disminuye de manera considerable con el desarrollo del proyecto, mientras que el programa tardío requiere de una carga reducida inicial de recursos y aumenta en forma considerable conforme se desarrolla el proyecto.

Es claro que los tiempos flotantes libres de la programación temprana se logran bajo la forma de un margen de seguridad con un alto costo inicial, mientras que el bajo costo inicial de la programación tardía se obtiene a costa de la eliminación de todas las holguras parciales y la aceptación del riesgo que supone una red totalmente crítica.

Nivelación de recursos (leveling resources): consiste en redistribuir y equilibrar los recursos movilizandolos a las actividades entre los periodos definidos para cada actividad entre el programa temprano y el programa tardío, realizando diferentes iteraciones hasta obtener como resultado una fuerza de trabajo más constante a lo largo del desarrollo de todo el proyecto y un uso más eficiente de los equipos de construcción, definiendo la nivelación de los requerimientos de los equipos de construcción en primer orden y en segundo orden al desarrollo de la fuerza de trabajo en forma constante, como se muestra en la siguiente figura 2.1.4.:

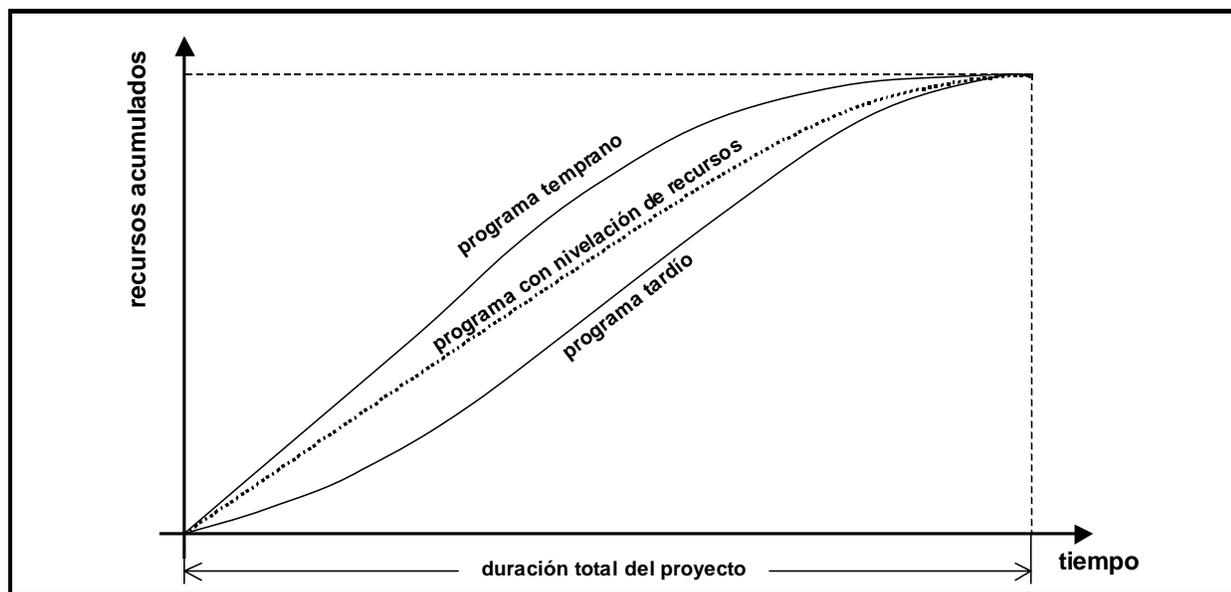


Fig. 2.1.4. Gráfica de recursos

Los recursos asociados originalmente a la ruta crítica se mantendrán constantes, porque sus duraciones y ubicación en el tiempo no son modificadas, mientras que para las demás



actividades “no críticas” del programa tardío y programa temprano la ubicación en el tiempo se podrá desplazar.

Esta nivelación de recursos se debe enfocar a la re-distribución de recursos para cada grupo de trabajo homogéneo con una especialidad determinada, es decir grupos que realicen similares actividades, tales como:

- Ingeniería por disciplinas,
- Trabajos de terrecerías,
- Trabajos de pilas,
- Trabajos civiles,
- Trabajos de estructuras metálicas,
- Trabajos de arquitectura,
- Trabajos de pre-fabricado de tuberías
- Trabajos de montaje de tuberías, entre otros...

No tiene ningún sentido realizar esta nivelación de recursos al nivel de fuerza de trabajo para el proyecto total, ya que el personal de cada grupo de trabajo es especializado en su área.

Por ejemplo: el grupo de personal de arquitectura no puede realizar trabajos de montaje de tubería, por lo que la re-distribución de los recursos solo podría aplicar por grupo, esto es:

- Se puede re-distribuir el personal de arquitectura exclusivamente a actividades de arquitectura, y
- Se puede re-distribuir el personal de montaje de tuberías exclusivamente a actividades de montaje de tuberías.

2.1.5. Simulaciones

Escenarios alternos (what if analysis)

Se trata de una metodología en donde se determina una secuencia de potenciales eventos que conduzcan a una condición determinada del desarrollo de un proyecto, destinadas a describir un escenario futuro y la secuencia o caminos que permita pasar del escenario origen o actual a un escenario esperado o alternativo.

Mediante esta metodología se estudian diferentes potenciales afectaciones que se puedan presentar, así como los problemas y oportunidades asociados a ellas, incluyendo las acciones para remediar los problemas o sacar ventaja de las oportunidades.

El escenario no es la realidad futura, sino un medio para aproximarse y representarla, de tal forma que permitan dirigir los esfuerzos en el cumplimiento del alcance del proyecto.

Esta metodología se debe desarrollar de la siguiente forma y visualizarlo en la figura 2.1.6.:

- Identificar potenciales riesgos de interés
- Dimensionar las afectaciones que derivan de los potenciales riesgos (en duraciones o relaciones)
- Desarrollar un escenario mediante la inclusión de las afectaciones en el programa
- Evidencia las modificaciones derivada de las afectaciones
- Integra la información generada por el escenario con la evidencia empírica

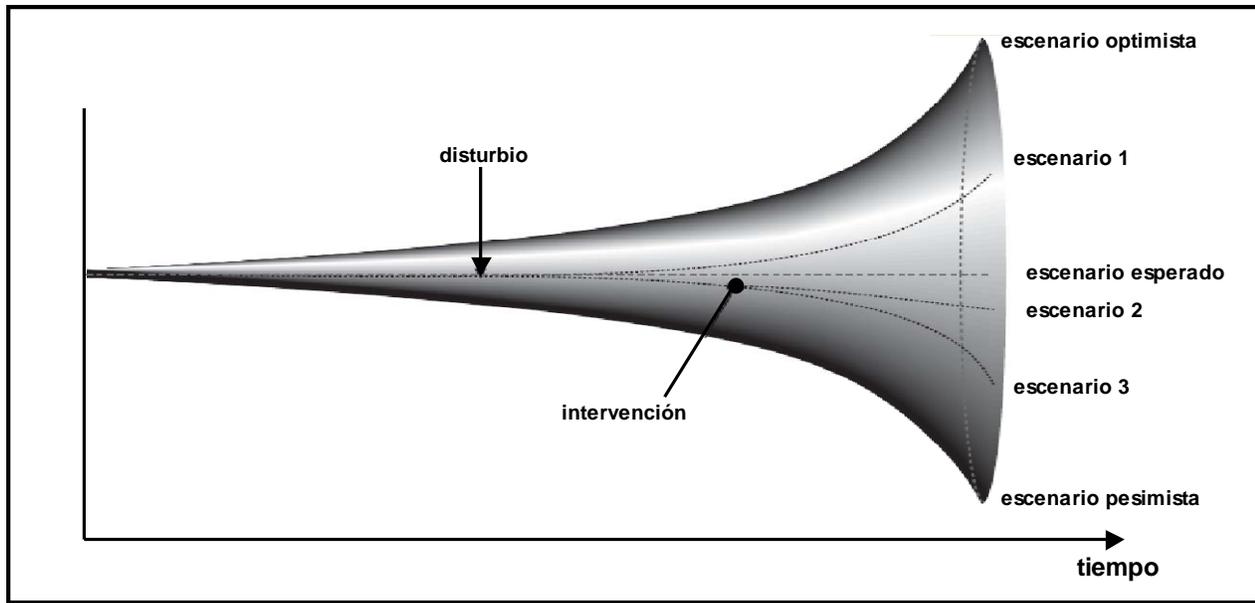


Fig. 2.1.6. Diagrama de escenarios alternos

Ventajas de la metodología de escenarios alternos:

- Relativamente fácil de usar (con asistencia del sistema de administración de proyectos)
- Relativamente fácil de entender
- Rápida implementación
- Puede presentar un comportamiento del proyecto no analizado con anterioridad

Desventajas de la metodología de escenarios alternos:

- Valores elegidos para probables escenarios son comúnmente polarizados
- Dificultad para la integración de resultados en convincentes argumentos que soporten la probabilidad de que ocurra el escenario
- No existe una metodología precisa a seguir que derive en el mejor escenario probable
- La elección del escenario más probable se basa en una decisión subjetiva

Análisis de riesgos (risk analysis) aplicado al manejo de redes de actividades es una importante herramienta de simulación en la administración de esfuerzos para proyectos, nos asegura el establecer para los programas de control la fecha más probable de terminación del proyecto.

Se emplea en el análisis de riesgo de las redes de actividades el método de Monte Carlo, herramienta que emplearemos en la determinación de riesgos y oportunidades asociados a un programa, auxiliándonos también en la definición de la ruta crítica más probable.

Mediante la metodología de Monte Carlo identificamos la ruta crítica basada en la probabilidad de ocurrencia de las actividades durante la ejecución de un proyecto, siendo un método estadístico que requiere de la identificación de riesgos y oportunidades basado en probabilidades definidas en forma subjetiva.



2.1.6. Ruta crítica y rutas sub-críticas

Mediante el sistema de administración del proyecto se identifican cuáles son las actividades que tienen holgura cero y conforman la ruta crítica del proyecto, a estas actividades se les debe realizar el siguiente cuestionamiento y análisis:

- ¿Es realmente la ruta crítica del proyecto o esta ruta se debe a relaciones o duraciones erróneas o ficticias?
- ¿Las duraciones de las actividades críticas están llevadas a situaciones de límite de falla, o tienen potenciales holguras?
- ¿Las duraciones de todas las actividades están ya determinadas de acuerdo a un soporte concluyente y confiable (volúmenes de ingeniería, datos de proveedor, recursos por construcción, entre otros)?
- ¿Después de la periódica actualización del programa se mantiene la misma ruta crítica?
- ¿Qué cambios pueden mejorar la ruta crítica (como relaciones o duraciones)?
- ¿Estas actividades críticas inician y terminan el proyecto?
- ¿Se está monitoreando detalladamente a las actividades crítica iniciadas o en ejecución?
- ¿Existen otras actividades sub-críticas que potencialmente se puedan convertir en actividades críticas?
- ¿La lista completa de actividades críticas es conocida por los líderes de disciplina y por la gerencia del proyecto?
- ¿La actual ruta crítica es parecida a la definida en datos históricos de algún otro proyecto similar?
- ¿Ha cambiado el periodo de ejecución total del proyecto?
- ¿En la definición de la ruta crítica se utilizó la metodología del análisis de riesgos?

El programa acelerado se requiere cuando se desea disminuir la duración del proyecto o se tienen severos retrasos en un proyecto, en general el proceso de aceleración aumenta los costos directos pero tiende a disminuir los costos indirectos.

Básicamente podemos aplicar dos técnicas en esta metodología:

- **Límite de falla (crashing):** En esta metodología la reducción de la duración total del proyecto se realiza con la disminución de las duraciones de las actividades críticas hasta llevarlas a un "límite de falla" que por más recursos que se incluyan para estas actividades no sea posible la reducción de su duración, para este fin se incrementan los recursos, se pagan horas hombre extras o se aumenta la producción.
- **Vía rápida (fast tracking):** Para esta metodología se requiere reacondicionar algunas de las actividades críticas en actividades ejecutadas en paralelo, en algunas ocasiones esta metodología deriva en retrabajos e incrementa el riesgo.

En la obtención de un programa acelerado se pueden combinar ambas metodologías (crashing & fast tracking) hasta obtener un mejor resultado. La aplicación de estas metodologías se realiza hasta las siguientes condiciones:

- Hasta que resulte impracticable el realizar una compresión a las actividades



críticas,

- Hasta que se haya logrado la duración del proyecto deseada,
- Hasta que se desarrollen otras nuevas rutas críticas en la red, para las cuales se les debe aplicar la misma metodología.

La aplicación de esta metodología es cíclica hasta obtener los resultados deseados.

2.1.7. Programa correctivo o programa de recuperación

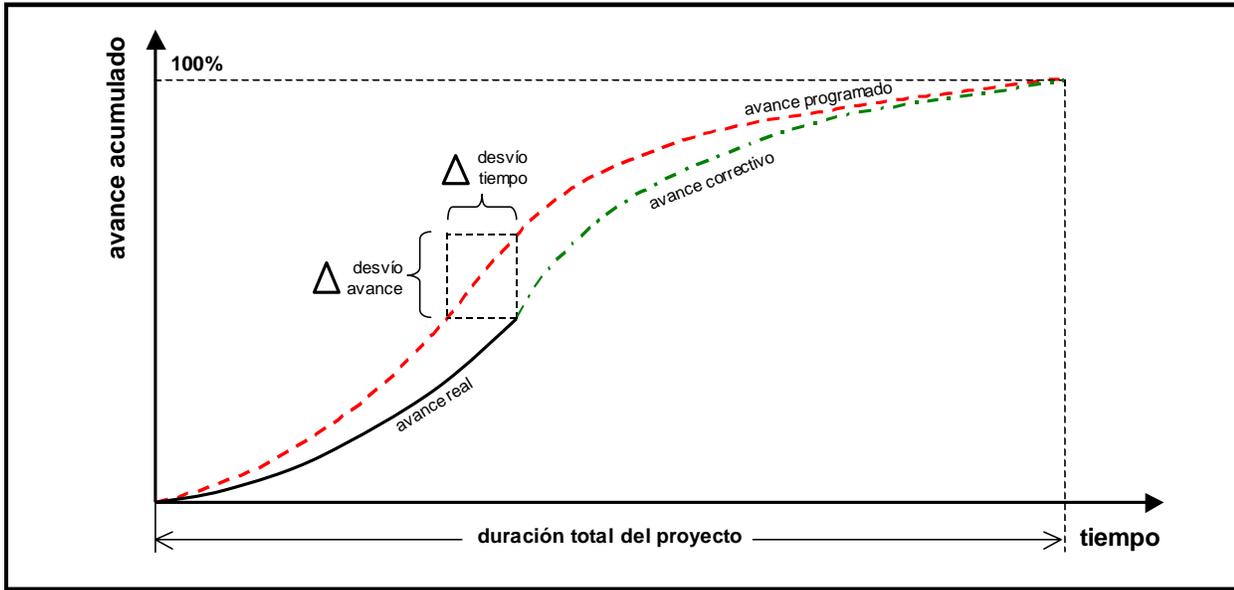
Cuando durante la ejecución de un proyecto se presentan desvíos importantes en el avance, se requiere emitir un programa correctivo que resulta de efectuar ajustes y adecuaciones importantes en las duraciones y relaciones de la red de actividades con el objeto de recuperar atrasos y desviaciones importantes en la red de actividades (empleando la metodología del programa acelerado), debido a que no tiene ningún sentido seguir controlando el proyecto contra un programa objetivo que de antemano ya sabemos que vamos a estar desviados, por el contrario el programa correctivo nos define objetivos nuevos a poder cumplir y controlar en períodos subsecuentes.

En la realización del programa correctivo debemos asegurarnos de cumplir con lo siguiente:

- Cumplir sin afectar en la medida de lo posible: duración total del proyecto, eventos y períodos contractuales,
- Incluir la última información disponible que se haya generado en todas las fases del proyecto
- Emitir nuevas bases para este programa, Este programa correctivo sustituye al "programa objetivo" anterior (que puede ser el programa objetivo original)

Es importante conocer cuándo se debe de realizar este programa correctivo, esta definición puede estar contenida en el contrato y sus anexos, o puede ser requerida por la gerencia y dirección del proyecto en conciliación con el cliente.

Existen dos posibilidades para determinar si debemos realizar un programa correctivo: por desvíos en el tiempo (es común de uno a tres meses) o por desvíos en el avance (es común del 10% al 20%), mostrados de la siguiente forma figura 2.1.7:



2.1.7 Curva de programa correctivo

Para que la gerencia de proyecto y grupos de trabajo del proyecto apoyen su toma de decisiones, es necesario comunicar oportuna, periódica y consistentemente la información obtenida y analizada que se genera en la fase de programación del proyecto. La comunicación se realiza mediante reportes y entregables emitidos al personal involucrado en el proyecto.

Los entregables pueden ser clasificados para esta fase de programación en una o varias de las siguientes condiciones:

- **Reportes de estado (status reporting):** describen donde se encuentra el proyecto actualmente
- **Reportes de progreso (progress reporting):** describen que se ha iniciado o completado del proyecto en un periodo determinado
- **Reportes de pronóstico (forecasting):** describe el estado y progreso del futuro escenario más probable.

Estos entregables deben de cumplir con los siguientes requerimientos:

- Deben de cumplir con los requerimientos contractuales, si no se encuentran contemplados en el contrato y sus anexos éstos deben ser conciliados con el cliente el inicio del proyecto.
- Deben proporcionar información útil al personal de campo.
- Deben cumplir con la información del Control de Proyectos.

Existen documentos internos generados en la fase de programación que no requieren ser emitidos al grupo de trabajo del proyecto.

Los documentos a continuación indicados son los entregables que sí se requiere que sean emitidos al grupo de trabajo del proyecto al menos una vez durante el desarrollo del proyecto:

- Programa objetivo, incluyendo sus correspondientes bases del programa
- Programa correctivo, incluyendo sus correspondientes bases del programa
- Programa acelerado



- Programa as-built
- Reporte final

Los siguientes son documentos entregables que se deben de emitir periódicamente durante todo el desarrollo del proyecto:

- Programa de nivel de gerencia – nivel I (management level schedule – level I) figura 2.1.8
- Programa de nivel detallado – nivel II (project level schedule – level II) incluyendo pronóstico figura 2.1.9
- Reporte de desviaciones
- Ruta crítica y rutas sub-críticas

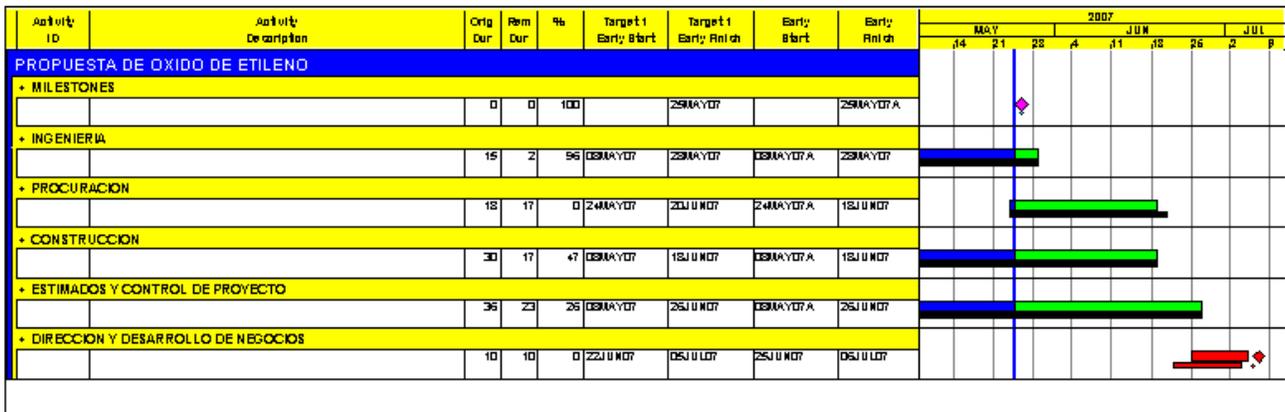


Fig.2.1.8. Programa nivel 1

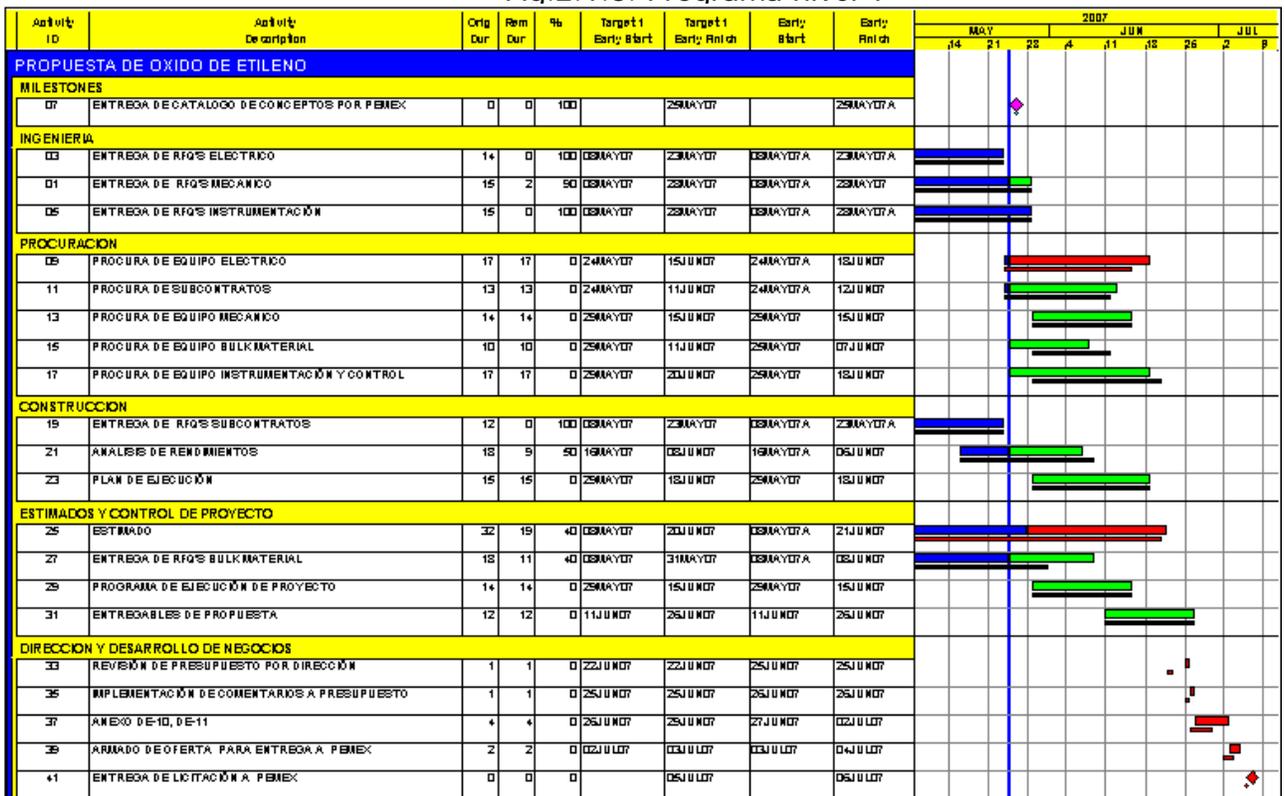


Fig.2.1.9. Programa nivel 2



2.2. - GUÍA PARA LA ELABORACIÓN DE REPORTE DE CONTROL DE RENDIMIENTOS.

Esta guía establece los lineamientos generales para el llenado del reporte de control de rendimientos, esto es para el personal de control de proyecto responsable del llenado y emisión del reporte de control de rendimientos.

Establecerá con el departamento de personal del proyecto, la interfaz para la obtención de las horas gastadas reportadas en la nómina cuando menos al nivel de cuenta subcuenta.

Verificar y en su caso reclasificar las horas gastadas que sean incongruentes

Control de avance será responsable del cálculo y emisión del reporte de avance al nivel de cuenta y subcuenta, identificará inconsistencia de codificación de horas gastadas en subcuentas sin avance o viceversa.

El llenado del reporte de control de rendimientos, se hará bajo las siguientes consideraciones y lineamientos:

El reporte se muestra en el nivel de mínimo detalle requerido para utilización de revisiones gerenciales tanto en proyecto como funcionales, este nivel es definido en el catálogo de cuentas, como cuenta – subcuenta.

El detalle anterior a este reporte y que es recomendado es aquél que agrupa las cuentas – subcuentas por las áreas unidades que correspondan.

Cualquier nivel con mayor detalle que sea requerido en el proyecto deberá tener como resultado cuando menos estos niveles, por lo que un reporte de mayor detalle no remplazará el reporte aquí mostrado.

Las cuentas y subcuentas no aplicables al proyecto deberán ser eliminadas del reporte, para el caso de obra directa, subcontratada y total, se recomienda igualar las cuentas, y dejar en blanco según aplique.

Este reporte deberá ser editado en las siguientes partes:

Una parte para la obra directa

Una parte para la obra subcontratada

Otro integrando las dos anteriores, donde las sumas de volúmenes y horas reflejen el total del proyecto, es decir la suma de la obra directa y subcontratada por cada cuenta – subcuenta.

Para el llenado de los renglones y la definición de lo que cada cuenta y subcuenta representa, que sirva para el llenado de datos y la sumarización.

Para el caso de las columnas, se ha incluido un renglón de coordenadas y operaciones que deberán de tener cada uno de las celdas de la misma, además a continuación se definirán las consideraciones que se harán en el llenado de cada columna, definiendo el dato a contener. Las columnas indicadas corresponden al llenado de las tablas de Obra Directa y Obra Subcontratada, pues es en éstas donde debe capturarse la información, la de total es calculada.

Las columnas de **valores as sold** contendrán los volúmenes y Horas Hombre consideradas en el as sold para cada una de las cuentas, y de acuerdo al punto 7 se hará la suma necesaria para los casos en que se haya detallado más el presupuesto original del proyecto.

Valores As Sold		
Volumen	H - H	HH / Unidad
a	b	c=b/a



Las columnas de **ajustes** contendrán los volúmenes y / o rendimientos que se determinen en las posibles revisiones que se hagan en el proyecto al conocer con mayor exactitud las condiciones del mismo y que representan la variación al estimado original (as sold), También las reclasificaciones por ajustes de presupuesto o de obra directa y subcontratada serán reflejadas en estas columnas.

Las columnas de **valores esperados** contendrán los volúmenes que resulten de la suma aritmética de los valores as sold y el ajuste. La columna de rendimiento se definirá bajo el criterio de que si en la columna de ajuste existe un rendimiento, indicará este y sino se ha ajustado el rendimiento as sold, éste será el que llene la columna, La columna de

Ajustes		
Volumen OC	Vol. Interno	HH / Unidad
d=O. C	e=Tend. / Recla	f=dato

Horas será el producto del rendimiento indicado multiplicado el volumen. A partir de estos datos y con base en ellos se harán todas las operaciones para la medición de avance y productividad, es por lo tanto indispensable su atención y realizar en la columna de Ajustes las consideraciones necesarias. Para lo anterior se debe considerar cambios de alcance, tendencias y reclasificaciones aprobadas al menos por la Gerencia de Sitio.

Valores Esperados		
Volumen	H - H	HH / Unidad
g=a+d+e	h=g*i	i=c ó f

Las columnas de **valores del periodo** serán actualizadas de forma semanal o con la frecuencia que determine el proyecto y los datos deberán de provenir, de las siguientes fuentes:

Avance del sistema o base utilizada para el control del avance físico.

Horas Hombre del reporte emitido por Nómina o en el caso de la parte de subcontratistas con el reporte que se emita de acuerdo al procedimiento de Control de Rendimientos.

El resto de las columnas se llenan con los cálculos correspondientes indicados. Para facilitar el manejo de los valores del periodo y acumulados, las tablas formuladas que conforman el, contienen formulas que funcionarán con los valores acumulados

Valores del periodo			
Avance	Volumen	H - H Gastadas	HH / Unidad
j=dato	k=j*g	l=dato	m=l/k

anteriores.

Las columnas de **valores del acumulados** se incluirán lo indicado en la sección anterior es decir los datos del periodo. Por lo tanto, también serán actualizadas de forma semanal o con la frecuencia que determine el proyecto, con estos datos se determinará la productividad.

Valores Acumulados			
Avance	Volumen	H - H	HH / Unidad
n=dato	o=n*g	p=dato	q=p/o

Las columnas de **valores por ejecutar** contendrán la diferencia aritmética entre los valores de volumen **valores esperados** y **valores acumulados**, El rendimiento para la obra por ejecutar deberá ser proporcionado por el responsable de la ejecución y corresponderá a su mejor análisis y compromiso para el periodo que se le indique, se recomienda que este valor sea proporcionado cada mes.

Valores Por Ejecutar		
Volumen	H-H	HH / Unidad
r=g-o	s=r*t	t=dato



Las columnas de **pronóstico teórico** deberán reflejar un cálculo de pronóstico basado en teoría de valor ganado, en donde se considere el avance logrado, el gasto realizado y la eficiencia alcanzada. El cálculo es el siguiente:

Para actividades cuyo avance indique que se encuentra en inicio (menos del 50%) el rendimiento a considerar será el esperado, es decir que si se tiene un rendimiento distinto al esperado, se considera que esto será por el total de la actividad.

Para actividades cuyo avance indique que se encuentra en su etapa para terminación (>50%) se considera que el rendimiento se conservará como él hasta el momento alcanzado y la operación será dividir las horas gastadas acumuladas entre el avance obtenido.

Estos cálculos se hacen en las horas hombre y se calcula por división el rendimiento.

Se recomienda ajustar los valores del avance de acuerdo con las condiciones específicas de cada cuenta subcuenta.

Los valores obtenidos en estas columnas se deben considerar sólo como referencia y utilizar los valores del punto anterior 7.8.6 para un pronóstico final.

Pronóstico Teórico	
HH / Unidad	H - H
$u=v/g$	$v=\text{cálculo}$

El **pronóstico a terminación**, será obtenido de la suma de horas hombre gastadas acumuladas a la fecha y las horas hombre indicadas en valores por ejecutar, El rendimiento es calculado y el delta indicado es con respecto a las horas hombre esperadas, una diferencia positiva indica que será excedido el valor esperado y viceversa en caso de un delta negativo.

Pronostico A Terminación		
H - H	HH / Unidad	Delta
$w=p+s$	$x=w/i$	$y=w-h$

La **productividad** del proyecto, como ya se menciona, será calculada con base en el valor ganado que son las horas hombre esperadas multiplicadas por el avance acumulado y el valor gastado que son las horas hombre acumuladas (provenientes de nómina) se obtendrá el factor de productividad FP.

Productividad		
Ganado	Gastado	F.P.
$z=h*n$	$aa=p$	$ab=aa/z$



2.3. - GUÍA DE USUARIO PARA EL SEGUIMIENTO Y CONTROL DE AVANCE FÍSICO (SCAF).

Este capítulo establece y estandariza el proceso y herramienta para el control de avance físico, como actividad de control de proyectos.

Dentro del proceso de control en la administración de proyectos, el cálculo correcto del avance físico, ayuda en forma determinante a:

- Conocer la realidad en que se encuentra el proyecto.
- Medir la productividad de los equipos de trabajo (control de costos).
- Pronosticar el tiempo, esfuerzo y recursos a utilizar para la terminación de los trabajos (Programación).

Debido a que todo pronóstico requiere (para su mejor aproximación a la realidad) basarse en un conocimiento óptimo del estado actual del proyecto; el control del avance físico no debe descuidarse sino, por el contrario, debe ser una de las tareas primordiales del control del proyecto.

En los proyectos se busca que el análisis del programa y el control de costos, sea un proceso sistematizado, ordenado y estandarizado, por esta razón se debe medir correctamente el avance físico como apoyo al análisis de estos procesos.

Cabe mencionar, de acuerdo al párrafo anterior, que el control de avance físico no ejecuta funciones ni procesos que son ya realizados como parte de la programación y el control de costos, sin embargo, tiene una gran interdependencia con éstos, como proceso complementario.

En lo que se refiere a la aplicación o herramienta, para este proceso se implementan bases de datos que registran, ordenan, administran, calculan y presentan todos los datos requeridos para el control del avance físico, en los proyectos de construcción.

Esta herramienta tiene interfaces principalmente con:

- PDS (datos de diseño de ingeniería).
- Archivos del estimado (estimados de HH y volúmenes de estimado).
- Primavera (actividades y programa de proyecto).
- Fuentes alternativas de Ingeniería.
- Listas de equipos mecánicos y eléctricos.
- Base de datos de cédulas de cable eléctrico y de control.
- Base de datos para índice de instrumentos.

De igual manera, las interfaces con los clientes o usuarios son:

- Primavera (avance por actividad).
- Control de costos (avance por WBS hasta el nivel de cuenta / subcuenta).
- Invision (avance a los "Items" modelados).
- Construcción (Reportes de control interno).

Es importante que la herramienta requiera el menor tiempo posible para captura de datos y procesos externos, con el fin de dar tiempo para realizar "LA VALIDACIÓN Y EL ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN".

Es por ello la gerencia de control de proyectos, revisarán y considerarán los ajustes y mejoras necesarias para cumplir con el objetivo de este proceso y herramienta.

El avance físico es el porcentaje de terminación que tiene una actividad o trabajo con



respecto al total del alcance de esa actividad o trabajo; en un momento determinado.

El seguimiento y control de avance físico (SCAF) se basa en la obtención del valor ganado de las actividades de construcción mediante el registro y control de los volúmenes de diseño y volúmenes ejecutados. El avance por ejecutar y ejecutado serán valorados mediante un índice de ponderación que se asemeja al rendimiento de la actividad.

El siguiente planteamiento puede ayudar a visualizar lo señalado en el párrafo anterior:

(volumen esperado) X (índice de ponderación) = valor a ganar

(volumen ejecutado) X (índice de ponderación) = valor ganado

(valor ganado) / (valor a ganar) = % avance (actividad)

Al resumir en cualquier nivel control o en el total del proyecto se aplicará:

Σ valor ganado / Σ valor a ganar = % avance en dicho nivel.

Es recomendable que los niveles de control y parámetros de medición sean conciliados con el equipo ejecutor de los trabajos (construcción), así como con los proveedores de información. Todo esto con la finalidad de soportar y definir el proceso al inicio del esfuerzo.

Para los casos en que no aplique un volumen, se podrá dar un valor de ejecución real en porcentaje, (ejemplo: equipos mecánicos). De cualquier forma, el peso y tipo de equipo nos permitirá la definición del valor a ganar y con la ponderación de su avance obtendremos el valor ganado.

2.3.1 Definiciones conceptuales.

- **SCAF:** Es el nombre que ahora recibe el proceso y herramienta para el **seguimiento y control del avance físico** dentro del departamento de Control de Proyectos.
- **Volumen esperado:** Es la cantidad de trabajo a ejecutar en cada nivel y parámetro de control de una actividad.
- **Volumen ejecutado:** Es la cantidad de trabajo ejecutado o instalado en un momento determinado, en cada nivel y parámetro de control.
- **Niveles de control:** El nivel de control es el desglose organizado que permite ordenar, agrupar e identificar el total de la información para su control y análisis. De igual manera se definirá como Nivel de control el mínimo detalle para controlar, para cada disciplina y en cada actividad.

El WBS define gran parte de estos niveles de detalle pero, una ampliación de éste, ayudará a mantener otros niveles para analizar.

El proceso de trabajo requerirá forzosamente el manejo ordenado de los datos y su capacidad de interdependencia con otros procesos dependerá en forma radical de este ordenamiento.

- **Parámetros de control (Milestones):** Este término definirá los pasos en la ejecución de una actividad que se considera necesario y representativo controlar.

Nota: Es importante entender que estos parámetros sólo son definidos para la construcción, entendida hasta la "Terminación Mecánica", es decir, la instalación completa en el proyecto hasta antes de la prueba como sistema o servicio para el cual se utilizará. Por lo tanto cuando se indica como parámetro de control "prueba" es la prueba del elemento de forma aislada del resto de los demás elementos y "en vacío". La prueba como sistema está considerada dentro del alcance de Precomisionamiento y comisionamiento, por lo tanto fuera del alcance de esta herramienta.



Por otra parte la liberación de calidad, que se menciona en casi todas las actividades, deberá ser entendida en el mismo sentido del párrafo anterior.

- **Índice de ponderación:** Es el valor que toma cada concepto o parámetro de control de acuerdo a su propia naturaleza y que le permitirá ponderarse con respecto al total de actividades del proyecto. Como se mencionó, este índice es semejante a los rendimientos de ejecución de los mismos parámetros de control.

Es importante que los índices concuerden con el esfuerzo propio requerido por una actividad respecto de otra. Esto permitirá que aquellas actividades que requieren mayor esfuerzo generen un valor ganado mayor que las que requieren menor esfuerzo.

- **Valor a ganar:** Es el resultado de la multiplicación del volumen Esperado por el Índice de Ponderación, definiendo así el peso de ponderación de la actividad con respecto al resto de las actividades.

- **Valor ganado:** Es el resultado de la multiplicación del volumen Ejecutado por el Índice de ponderación, obteniéndose el avance ponderado para cada actividad; que es, a su vez, la contribución de avance de esta actividad con respecto al total de actividades.

- **El porcentaje de avance de una actividad:** Es el resultado de la división del valor ganado entre el valor a ganar.

Realizando las divisiones de las sumas de valores ganados entre valores a ganar, en cualquier nivel de control, obtendremos el avance en ese nivel.

- **Actividades de control:** Es el penúltimo nivel de control de una disciplina, (el último es el parámetro de control. Las actividades de control de construcción se definirán preferentemente mediante el nivel de cuenta / subcuenta del catálogo estándar del proyecto,, con la excepción en la disciplina de tuberías donde la actividad de control podrá ser el diámetro de las tuberías en cada hoja de un isométrico.

Estas actividades deberán tener siempre un identificador único que sea irreplicable y además contar con los volúmenes necesarios que apliquen para los parámetros de control. Esta información deberá venir preferentemente de la base de datos del modelo PDS (de no existir éste deberán ser codificadas o conciliadas con el equipo de Ingeniería.

De igual manera estas actividades deberán ser identificadas por el equipo de construcción quien reportará el volumen ejecutado para cada una de ellas de acuerdo a los parámetros de control que apliquen.

A continuación se muestran ejemplos de reportes de de SCAF Sumarizado por disciplinas y detallados



Seguimiento y Control de Avance Físico
Control de Proyectos

ICA FLUOR

g:\scaflasca\SCAF_TUB.mdb

INDELPRO	
HT-7294-03	INDELPRO PP LINE 2 (PHASE 2 - EPC)
ALTAMIRA , TAMAULIPAS	

Resumen de avance y rendimiento de sitio (Áreas)

Código	Descripción	Volumen Total			Avance Acumulado al 10/08/2007						Avance Acumulado al 17/08/2007					
		ML*	Pulg Diam**	Soportes	ML Instalados	Pulg Diam Ejecutados**	Soportes Instalados	Avance	MI equivalentes	HH Gastadas ***	Rendimiento HH / ML	ML Instalados	Pulg Diam Ejecutados**	Soportes Instalados	Avance	MI equivalentes
HDPE																
HDPE	Underground Fire Water system	3,820.87	16,102.00	0.00	3,820.87	16,102.00	0.00	100.0%	3,820.87	43,286.00	11.32	3,820.87	16,102.00	0.00	100.0%	3,820.87
Total por tipo material		3,820.87	16,102.00	0.00	3,820.87	16,102.00	0.00	100.0%	3,820.87	43,286.00	11.32	3,820.87	16,102.00	0.00	100.0%	3,820.87
Metalica																
1011	Process,Polymerization	20,788.43	48,048.26	7,777.37	17,208.37	37,544.00	3,822.50	76.8%	16,879.08	305,610.00	18.42	17,229.08	37,683.60	3,868.60	75.7%	16,907.38
1012	Process,Extrusion	3,473.64	7,778.28	1,098.00	3,348.93	8,772.77	781.00	88.9%	3,113.74	43,880.00	14.64	3,348.93	8,772.77	781.00	88.9%	3,113.74
2021	PPL2 Services,OSBL	18,288.13	23,742.60	4,482.00	14,466.09	19,508.31	2,310.00	78.0%	13,886.28	193,888.30	13.41	14,466.09	19,603.31	2,310.00	78.0%	13,886.28
4041	Process Propylene Recovery	4,023.35	8,863.76	1,268.00	3,176.43	8,750.80	728.50	76.3%	3,078.13	28,088.80	9.28	3,176.43	8,760.80	728.60	75.3%	3,078.13
4042	Process Unloading & Storage	3,982.74	4,832.00	1,127.00	3,378.08	3,310.88	482.00	74.8%	2,895.07	53,112.00	18.71	3,691.18	3,310.88	482.00	77.1%	3,008.87
6061	Splitter Services OSBL	4,820.74	3,710.76	780.00	4,844.90	3,188.76	663.20	83.6%	4,605.23	43,878.00	9.98	4,844.90	3,188.76	663.20	83.6%	4,605.23
Total por tipo material		65,078.22	88,184.62	18,474.37	48,201.78	77,060.73	8,437.20	78.4%	43,158.62	687,914.90	16.43	48,412.82	77,070.23	8,471.20	78.8%	43,289.44
Total de Reporte		68,899.10	113,298.62	19,474.37	60,022.88	82,152.73	8,437.20	78.1%	48,977.40	711,179.80	16.23	60,233.48	82,172.23	8,471.20	78.3%	47,120.31

* Los metros lineales incluyen el total de tubería (HDPE, CS, SS, Galvanizada) Y se ha excluido el sistema neumático (1763 m)

**No se incluyen soldaduras ejecutadas en taller de Steeigo, ni su rendimiento por no contar con las Horas Hombre del mismo.

*** Las horas Hombre se reciben con una semana de desfase a la del corte actual.

Resumen de avance y rendimiento de sitio (Áreas)	Fecha de Impresión	20/08/2007 06:48:31 p.m.
SCAF Seguimiento y Control de Avance Físico ICAPD	Página 1 de 1	

Nota: Los porcentajes de avance, en los niveles sumariados de este reporte, son calculados con respecto a los elementos filtrados únicamente.

Figura que muestra un reporte por área de un proyecto de SCAF



Resumen de avances (Area unidad - Disciplina - Actividad)

Viernes, 17 de Agosto de 2007

Código	Descripción	Unidad	Volumen Esperado	Volumen Real	Horas a Gansar	Horas Ganadas	Avance
54-101	Fabrico y Montaje de Tubería ainesa menor - Ac al Carbón	ML	5,239.55	4,211.17	48,739.57	28,781.28	61.55%
54-201	Fabrico y Montaje de Tubería ainesa menor - Ac de Aleación (Ac Inoxidable)	ML	850.88	627.07	8,413.80	4,737.82	73.71%
82-101			0.00	0.00	301.82	0.00	0.00%
Area - Unidad: 4841 Process Propylene Recovery					78,059.17	53,432.73	71.01%
52-101	Fabrico y Montaje de Tubería ainesa mayor - Ac al Carbón	ML	1,823.92	1,324.80	41,523.73	32,488.88	78.19%
54-101	Fabrico y Montaje de Tubería ainesa menor - Ac al Carbón	ML	1,359.48	1,231.35	18,521.74	13,382.11	72.30%
54-201	Fabrico y Montaje de Tubería ainesa menor - Ac de Aleación (Ac Inoxidable)	ML	1,029.97	818.29	18,946.11	9,573.78	58.49%
82-101			0.00	0.00	1,069.59	0.00	0.00%
Area - Unidad: 4842 Process Unloading & Storage					63,832.96	41,824.33	68.95%
52-101	Fabrico y Montaje de Tubería ainesa mayor - Ac al Carbón	ML	1,854.72	1,482.80	29,548.88	23,289.37	78.85%
54-101	Fabrico y Montaje de Tubería ainesa menor - Ac al Carbón	ML	1,094.54	989.91	13,883.83	9,829.44	80.55%
54-201	Fabrico y Montaje de Tubería ainesa menor - Ac de Aleación (Ac Inoxidable)	ML	1,033.48	902.35	18,811.88	9,785.51	58.21%
82-101			0.00	0.00	378.49	0.00	0.00%
Area - Unidad: 5051 Splitter Services OGBL					43,008.12	43,119.83	100.00%
52-101	Fabrico y Montaje de Tubería ainesa mayor - Ac al Carbón	ML	983.73	923.29	21,105.23	19,532.02	92.55%
54-101	Fabrico y Montaje de Tubería ainesa menor - Ac al Carbón	ML	2,092.84	1,677.55	18,159.88	12,872.24	79.80%
57-101	Sistema Contra Incendio (Tuberías y Equipos) - Ac al Carbón	PZA	11.30	11.30	223.74	198.20	88.59%
57-102	Sistema Contra Incendio (Tuberías y Equipos) - Ac al Carbón (No Mellicat)	PZA	0.00	0.00	10,517.47	10,517.47	100.00%
82-101			0.00	0.00	0.00	0.00	0.00%
Area - Unidad: 5052 PPL2					30,819.36	23,439.50	80.35%
52-101	Fabrico y Montaje de Tubería ainesa mayor - Ac al Carbón	ML	1,588.83	1,577.33	28,744.74	28,188.70	87.85%
54-101	Fabrico y Montaje de Tubería ainesa menor - Ac al Carbón	ML	184.04	155.44	1,870.48	1,200.40	71.89%
54-201	Fabrico y Montaje de Tubería ainesa menor - Ac de Aleación (Ac Inoxidable)	ML	0.00	0.00	58.80	83.40	85.71%
82-101			0.00	0.00	145.36	0.00	0.00%
Total de Reporte					1,985,212.58	768,478.58	70.00%

Figura que muestra un reporte por disciplina de un proyecto de SCAF



Seguimiento y Control de Avance Físico
Control de Proyectos

ICA FLUOR

g:\scaf\scaf\SCAF_C&S.mdb

INDELPRO	
HT-7294-03	INDELPRO PP LINE 2 (PHASE 2 - EPC)
ALTAMIRA, TAMAULIPAS	

Detalle de Avance (Disciplina - Módulo - Actividad)

Jueves, 17 de Mayo de 2007

Disciplina **1** Concreto 39.62%

Módulo:		PLANTILLA	ACERO	ANCLAS	CIMBRAS	CONCRETO	GROUT						Avance Total
		M3	TON	PZA	M2	M3	LTS						
		5%	20%	0%	20%	55%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	
DRENAJES TRINCHERAS													
DREN-001-F		100.00%	100.00%	0.00%	100.00%	100.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	100.00%
DRENAJES-UNLOADING & STORAGE TRENCH AND GUTTERS													
TRICH-01-F	7294-31-210-PL-020	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
STORMWATER DRAINAGE 1/3,2/3,3/3.													
BASES DE POSTES PARA ALUMBRADO													
		PLANTILLA	ACERO	ANCLAS	CIMBRAS	CONCRETO	GROUT						Avance Total
		M3	TON	PZA	M2	M3	LTS						
		5%	20%	10%	15%	50%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	
POST-ALUM-F	7294-31-210-PL-030	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	100.00%
FDN LIGHTING POLE													
ACTIVIDAD PROVISIONAL													
						CONCRETO							Avance Total
						M3							
		0%	0%	0%	0%	100%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	
PROV_01_PPL2	Concretos-F	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
Actividad provisional de concretos													
PROV_02_SPR	Concretos-F	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
Actividad provisional de concretos													
Módulo: 31-01		EARTHWORK,PAVING,ROADS,WALKWAYS,DRAINAGES											
CAMINOS Y CALLES(pavimentos)													
		PLANTILLA	ACERO	ANCLAS	CIMBRAS	CONCRETO	GROUT						Avance Total
		M3	TON	PZA	M2	M3	LTS						
		0%	30%	0%	15%	55%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	
CAM-001-F	7296-61-210-PL-011	0.00%	80.00%	0.00%	80.00%	80.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	80.00%
CAMINOS Y CALLES - UNLOADING & STORAGE													
CAM-002	7296-61-210-PL-012	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
CAMINOS Y CALLES - TRUCK ACCESS ROAD													
PAVING	7296-61-210-PL-010	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
PAVING SPR PROCESS AREA PROPYLENE RECOVERY													
PAVING 1-3	7294-31-210-PL-010	80.00%	80.00%	80.00%	80.00%	80.00%	80.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	80.00%
PAVING PPL2 AREA COOLING TOWER													
PAVING 2-3	7294-31-210-PL-011	0.00%	100.00%	0.00%	100.00%	100.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	100.00%
PAVING PPL2 AREA POLIMERIZATION													

Detalle de Avance (Disciplina - Módulo - Actividad)	Nota: Los porcentajes de avance, en los niveles sumariados de este reporte, son calculados con respecto a los elementos filtrados únicamente.	Fecha de Impresión	20/08/2007 08:05:46 p.m.
SCAF Seguimiento y Control de Avance Físico ICAFD		Página 1 de 28	



Seguimiento y Control de Avance Físico
Control de Fluor

ICA FLUOR

g:\scf\scf\SCAF_EQP.mdb

Sábado, 18 de Agosto de 2007

INDELPRO	
HT-7294-03	INDELPRO PP LINE 2 (PHASE 2 - EPC)
ALTAMIRA, TAMAULIPAS	

Detalle de Avance (area-subarea-módulo)

TA3	Descripción	Fecha Llegada	Fecha de instalación	Parámetros	Peso Tons	Avance	HH Totales	HH Ganadas
4	Equipos Mecánicos				2127.09	66%	152.728	100.153
1011	Process, Polymerization				1124.72	76%	48.860	37.360
11-C5	AIR INSTRUMENT/STEAM COND.				18.54	100%	1.019	1.019
Tanques y recipientes estáticos								
				Preparación izaje	Montaje	Alineación y Nivelación	Asesorios (internos /	Liberación
				5%	60%	20%	10%	5%
D-2L620	INSTRUMENT AIR BUFFER DRUM-1PC, D-2L620	01/03/2007 <input checked="" type="checkbox"/>	01/03/2007 <input checked="" type="checkbox"/>	100%	60%	20%	10%	5%
				5%	100%	100%	100%	100%
D-2L630	STEAM CONDENSER DRUM-1PC, D-2L630	15/02/2007 <input checked="" type="checkbox"/>	15/02/2007 <input checked="" type="checkbox"/>	100%	60%	20%	10%	5%
				5%	100%	100%	100%	100%
Intercambiadores de calor								
				Preparación izaje	Montaje	Alineación y Nivelación	Asesorios (internos /	Liberación
				5%	60%	20%	10%	5%
C-2L631	STEAM DESUPERHEATER-1PC, C-2L631	15/02/2007 <input type="checkbox"/>	21/05/2007 <input type="checkbox"/>	100%	60%	20%	10%	5%
				5%	100%	100%	100%	100%
E-2L630	STEAM CONDENSER VENT. COOLER-1PC, E-2L630	15/02/2007 <input checked="" type="checkbox"/>	02/03/2007 <input checked="" type="checkbox"/>	100%	60%	20%	10%	5%
				5%	100%	100%	100%	100%
Bombas								
				Preparación izaje	Montaje	Alineación y Nivelación	Asesorios (internos /	Liberación
				5%	60%	30%		5%
P-2L630	STEAM CONDENSATE PUMP-2PC, P-2L630	30/01/2007 <input type="checkbox"/>	07/02/2007 <input type="checkbox"/>	100%	60%	30%		5%
				5%	100%	100%		100%
Equipos de Proceso								
				Preparación izaje	Montaje	Alineación y Nivelación	Asesorios (internos /	Liberación
				5%	60%	20%	10%	5%
Z-2L630	SV SILENCER-1PC, Z-2L630	02/04/2007 <input checked="" type="checkbox"/>	28/11/2006 <input type="checkbox"/>	100%	60%	20%	10%	5%
				5%	100%	100%	100%	100%
11-C4 JACKET WATER SYSTEM								
Tanques y recipientes estáticos								
				Preparación izaje	Montaje	Alineación y Nivelación	Asesorios (internos /	Liberación
				5%	60%	20%	10%	5%
Z-2L640	INHIBITOR ADDITION POT-1PC, Z-2L640	20/01/2007 <input type="checkbox"/>	14/08/2007 <input type="checkbox"/>	100%	60%	20%	10%	5%
				5%	100%	100%	100%	100%
Intercambiadores de calor								
				Preparación izaje	Montaje	Alineación y Nivelación	Asesorios (internos /	Liberación
				5%	60%	20%	10%	5%
E-2L640A	JACKET WATER COOLER E-2L640 A	02/03/2007 <input checked="" type="checkbox"/>	18/04/2007 <input checked="" type="checkbox"/>	100%	60%	20%	10%	5%
				5%	100%	100%	100%	100%

Detalle de Avance (area-subarea-módulo)
SCAF Seguimiento y Control de Avance Físico ICAFD

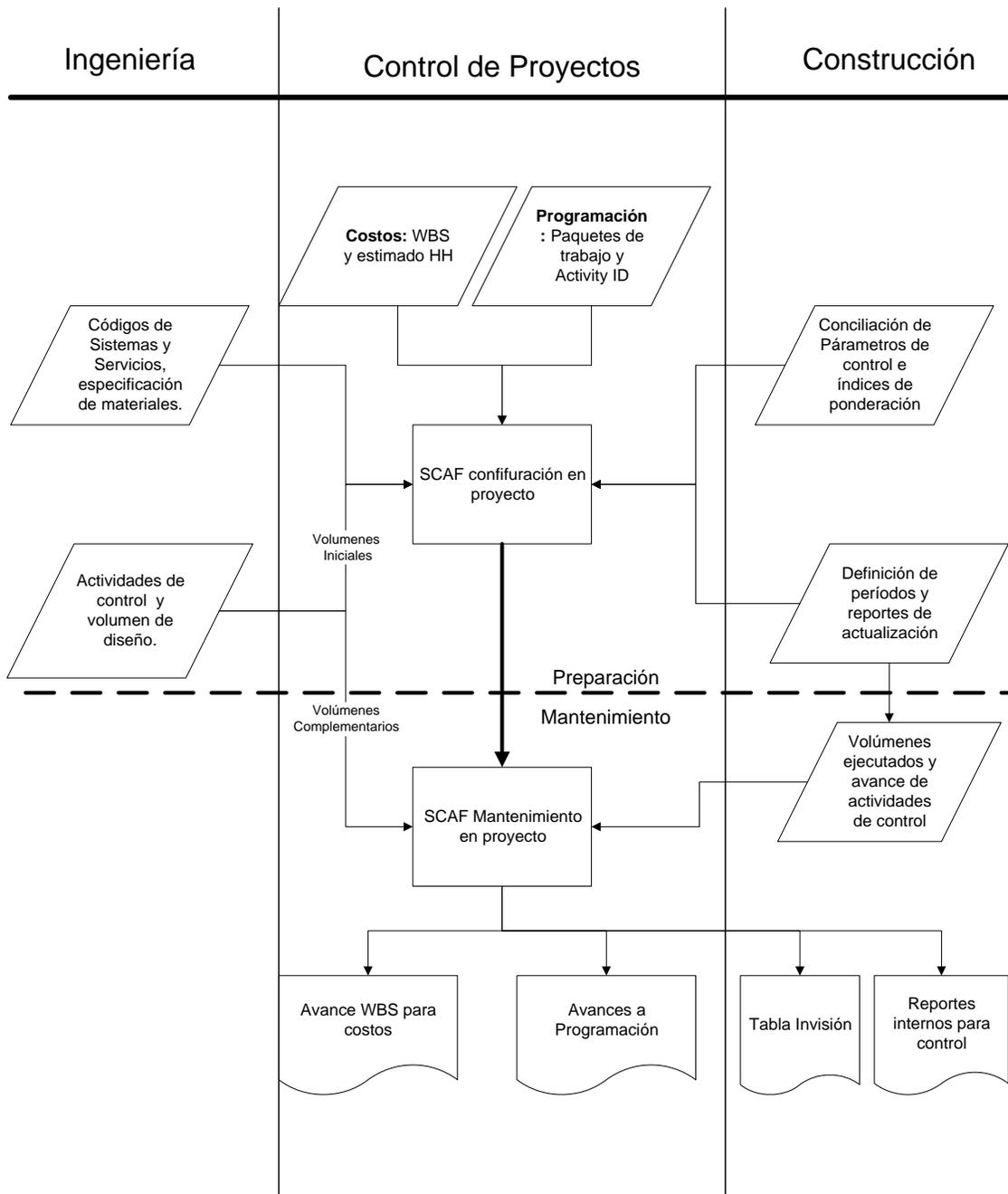
Fecha de Impresión: 20/08/2007 08:00:18 p.m.
Página 1 de 28

Figuras que muestra un reporte por detallado por disciplina de un proyecto de SCAF



Proceso de trabajo.

El proceso de trabajo de implantación y mantenimiento del Sistema de Control de Avance Físico se define mediante el siguiente esquema:



Glosario.

Actividad (activity): Es un elemento del conjunto de trabajos a realizar durante el desarrollo de un proyecto. Puede estar conformado por un grupo de tareas a desarrollar para alcanzar un objetivo. Una actividad normalmente tiene: alcance, duración, costos, responsable y recursos asociados.

Actividad crítica (critical activity): Actividad que se encuentra dentro de la ruta crítica de un proyecto. La suma de la duración de todas las actividades críticas define la duración de



un proyecto, partiendo de una fecha de inicio del mismo. La holgura total de estas actividades es cero, si la suma de la duración de éstas actividades cambia, afectará directamente la duración total del proyecto.

Actividad sub-crítica (sub-critical activity): Son todas las actividades cuya holgura total es mayor que cero y menor o igual a 20 días (en algunos contratos se define explícitamente la holgura necesaria para que la actividad sea considerada como sub-crítica), son muy importantes porque definen a una secuencia de actividades que potencialmente se puede convertir en la ruta crítica del proyecto si no son monitoreadas y controladas adecuadamente.

Adelanto o atraso (lag / delay): Cantidad de tiempo que determina un retraso o adelanto en el inicio o terminación de una actividad sucesora de alguna otra actividad, están expresadas en días según el calendario de la actividad sucesora.

Alcance de las instalaciones (scope of facilities - SOF): Identifica el alcance de las instalaciones físicas y funcionales permanentes que son construidas para el proyecto.

Alcance de los servicios (scope of services - SOS): Identifica que es o no responsabilidad de nuestra compañía, pudiendo identificar también responsabilidades del cliente y otros participantes del proyecto.

Calendario (calendar): Se utiliza para definir los períodos laborables (días, horas y semanas) en los cuales las actividades o los recursos deben ser desarrollados. Un proyecto puede tener asociado más de un calendario. Cada calendario contiene sus propios días laborables y días de descanso (obligatorios, opcionales o por costumbre).

Cliente (client): Propietario del proyecto con el cuál nuestra empresa ha firmado un contrato o celebrado una licitación para desarrollar la ejecución de un alcance de trabajos o servicios que cubran las expectativas del objeto del proyecto.

Comisionamiento (commissioning): Fase de ejecución de un proyecto en donde se ejecutan pruebas en caliente en sitio (energizadas o con producto) de los diferentes sistemas del proyecto.

Duración original (original duration - OD): Tiempo necesario para ejecutar los trabajos de una actividad definidos en el "programa objetivo".

Duración Real (Actual duration /AD): Tiempo consumido por la actividad desde su inicio hasta la fecha de corte o al final real de la misma.

Duración remanente (remaining duration - RD): Tiempo necesario para concluir los trabajos de una actividad que se encuentra en ejecución.

Equipos y materiales de instalación permanente (permanent plant / capital materials & equipments): Son los equipos y materiales que componen físicamente el proyecto y que se instalarán definitivamente en el sitio del proyecto.

Estructura de división del trabajo (work breakdown structure - WBS): Estructura jerárquica en que pueden ser divididos los trabajos del alcance de un proyecto. Define el proyecto por áreas físicas como se requiera para una adecuada planeación y programación, lo que deriva en un control más sencillo y eficiente de las actividades, ya que permite observar el comportamiento del proyecto por partes y como un todo.

Evento o hito (milestone): Se trata de un tipo de actividad con duración de cero días que representa un evento significativo del proyecto, representando un inicio o terminación. Se puede referir al cumplimiento de un objetivo o etapa, a la entrega de un equipo o a la liberación de un área, al inicio del proyecto, entre otros. Por definición no se le puede asignar recurso alguno, sin embargo si se le puede asociar venta.

Fecha de actualización (data date - DD): Fecha de corte para la obtención y representación de avance en una red de actividades, definiendo una división entre el estado



actual del proyecto y el estado para completar el proyecto.

Fecha de inicio real (actual start date - AS): Es el punto en el tiempo en el que un trabajo ha iniciado de acuerdo a la fecha de corte del proyecto.

Fecha de término real (actual finish date - AF): Es el punto en el tiempo en el que un trabajo ha terminado de acuerdo a la fecha de corte del proyecto.

Holgura libre (free float - FF): Cantidad de tiempo que una actividad puede ser retrasada, sin que tenga efecto de retraso en la fecha de inicio temprano de cualquiera de sus actividades sucesoras.

Holgura total (total float - TF): Cantidad de tiempo que una actividad puede ser retrasada sin retrasar la fecha final del proyecto. La holgura total es calculada como la diferencia entre la fecha tardía de inicio y la fecha temprana de inicio de la actividad.

Horas hombre (HH): Son las horas hombre que intervienen directamente en la ejecución del alcance del proyecto.

IPC+PS - ingeniería, procuración, construcción y puesta en servicio (engineering, procurement, construction & start up): Término abreviado que define el alcance en determinados tipos de proyectos en donde se incluye el desarrollar la ingeniería, procuración, construcción y puesta en servicio.

Inicio Temprano (Early Start/ES): Fecha que indica el inicio más temprano que puede tener una actividad, de acuerdo a sus restricciones de lógica.

Inicio Tardío (Late Start/LS): Fecha que indica el inicio más tardío que puede tener una actividad, consumiendo su total holgura.

Límite de falla (crashing): La duración de una actividad puede reducirse al aumentar los recursos asignados hasta un determinado punto en donde por más recursos que se apliquen resulta imposible el reducir la duración de la actividad (motivado por alta densidad en área de trabajo, secuencia de trabajos, entre otros) a este punto se le denomina como "límite de falla".

Paquete de puesta en servicio (turn over package/TOP): Un paquete de arranque puede estar conformado por un segmento de uno o más sistemas para facilitar las pruebas de funcionalidad y por ende, la puesta en servicio del proyecto total. Su integración es llevada a cabo por parte del grupo de comisionamiento. Teórica e idealmente el arranque por sistemas "completos" es probable y sería la mejor opción, sin embargo los cortos tiempos de ejecución de los proyectos se traducen comúnmente en traslapes de las actividades constructivas y de comisionamiento, adicionalmente se llegan a tener problemas de suministros o retrabajos por cambios en diseño que obligan al grupo de puesta en servicio a ensamblar estos "segmentos de prueba" para culminar el proyecto dentro de los límites de tiempo establecidos contractualmente.

Plan de ejecución (project execution plan - PEP): Define la dirección de cómo ejecutar el alcance del proyecto a entera satisfacción del cliente y nuestra compañía, coordinando todas las áreas y funciones involucradas en el proyecto asegurándose que cada parte involucrada este alineada y trabajando en torno al mismo objetivo.

Planeación (planning): Proceso de definir los objetivos, metas, estrategias y alcances de un proyecto. Durante este proceso se determinan las actividades y su secuencia necesarias para ejecutar exitosamente el desarrollo de un proyecto. La planeación incluye la definición temprana del Plan de Ejecución de proyecto, considerando los objetivos y metas del proyecto consideradas desde la elaboración de la propuesta.

Para este fin se selecciona el método y la línea de secuencia de trabajos a adoptar para el proyecto entre todos los caminos y secuencias que se tengan. Definiendo las etapas



requeridas para lograr el resultado óptimo (entre costo y tiempo) adecuado para cumplir con los objetivos y alcances del proyecto, este plan de trabajo puede representarse en una red de actividades mediante el programa de nivel de gerencia (nivel I)

Precomisionamiento (precommissioning): Fase de ejecución de un proyecto en donde se ejecutan pruebas en frío en sitio (en vacío) para los diferentes elementos que componen el proyecto.

Predecesor (predecessor): Actividad de la cual depende el inicio o terminación de la actividad que le sucede en la secuencia lógica de una red de actividades.

Primavera Project Planner (P3) – Primavera Enterprise for Construction (P3e/c): Sistemas para la administración de proyectos que nuestra compañía ha adoptado en forma institucional para la creación, avance, control y mantenimiento de las redes de actividades de los diferentes proyectos ejecutados.

Programa de nivel de gerencia - nivel I (level I - management level schedule): Programa mostrado como diagramas de barra (diagrama de Gantt) que debe estar representado en una sola página, el objetivo de este programa es el mostrar hitos principales y las relaciones entre sus diferentes fases. Este programa es necesario en reuniones y comités de: proyecto, gerenciales y directivos. Una vez que se ha desarrollado el programa de nivel detallado (nivel II) el programa de nivel de gerencia (nivel I) se obtiene mediante la técnica "rollup" de sumarización.

Programa de nivel detallado - nivel II (level II - project level schedule): Programa basado en la metodología CPM, debe tener recursos cargados, análisis de tiempos tempranos/tardíos y revisión de holguras de tiempos. Se requiere que cada disciplina verifique que la "lista de entregables" completa este representada en éste programa. Los códigos de las actividades deben ser construidos y ordenados de acuerdo a grupos de actividades por: disciplina, fase, paquete de trabajo, documento, tipo de trabajo, entre otros, cumpliendo con los siguientes criterios generales:

- Cubrir completamente con el alcance del proyecto
- Contener actividades lógicamente relacionadas
- No deben existir actividades con relaciones abiertas
- Restricciones en el tiempo para hitos o eventos soportadas en contrato o proyecto
- Verificar que las holguras sean representativas
- Indicar la interacción interdepartamentales entre las relaciones de las actividades
- Las actividades de subcontratos y procura deben estar lo suficientemente detalladas para mostrar el impacto en otras actividades.
- Las actividades deben representar entregables claramente definidos, de tal forma que puedan ser medidos y controlados con precisión.

Programa de nivel de control – nivel III (level III - control level schedule): Los programas de nivel de control no son necesariamente redes de actividades manejadas con la metodología CPM, aunque en algunos casos sí se debe adoptar esta metodología. La planeación y programación del nivel III deriva de lo desarrollado en los programas de los niveles I y II.

Los niveles de programación I y II son desarrollados, controlados y mantenidos por el área de planeación y programación del equipo de control de proyecto, mientras que el programa nivel III son día a día actualizados y controlados por los diferentes líderes de disciplina y



supervisores de cada área funcional del proyecto, desarrollándolas en forma independiente, considerando sin embargo la secuencia y relaciones establecidos en el programa nivel II.

Ejemplos de programas de nivel III, pueden ser los siguientes:

- POL-Projects OnLine / CLS-Control level schedules, seguimiento y control de avance físico de la ingeniería por documento de cada disciplina
- Material management
- SCAF / MileMarker, seguimiento y control de avance físico de la construcción
- Key milestones charts
- Equipment procurement schedules
- Subcontract development schedules
- Construction mobilization schedules
- Construction weekly work plans
- Tie-in schedules, hot tap schedules
- Hydrotest schedules
- Loop check schedules
- System turnover commissioning schedules

Programación (scheduling): Es el proceso de dimensionar, controlar y ajustar las actividades definidas en la planeación, ordenándolas de forma que se puedan identificar las relaciones temporales lógicas entre ellas. Debe ser coherente con los objetivos perseguidos y respetar las restricciones existentes en cuanto a recursos, costos, responsables y duraciones realistas a un nivel suficiente para poder medir, controlar, analizar y reportar el proyecto.

Proyecto (project): Es un conjunto de actividades a realizar con un propósito u objetivo en común, el cual está definido por su alcance, tiempo, calidad y costo. Todo proyecto contiene eventos únicos, fecha de inicio y terminación determinadas, costo presupuestado, recursos limitados y objetivos definidos.

Puesta en servicio (start up): Fase del proyecto que comprende: comisionamiento, arranque, pruebas de desempeño hasta la puesta en operación o puesta en servicio. Esta fase es alusiva a un alcance completo de un proyecto, sin embargo dependiendo del alcance del proyecto abarcará hasta algunas de las fases indicadas, e inclusive, en algunos casos el alcance del proyecto se definirá hasta el precomisionamiento, quedando toda la fase de puesta en servicio fuera del proyecto.

Red de actividades (activity network): Una red de actividades es un diagrama de un plan correspondiente a un proyecto determinado (o a parte de un proyecto) que muestra la secuencia correcta y las relaciones entre las actividades y eventos que se requieran para lograr los objetivos finales.

Para desarrollos de proyectos IPC+PS en la red de actividades se representan específicamente las actividades que están directamente relacionadas con el cumplimiento del alcance del objeto del proyecto, esto es: actividades directamente asociadas a los costos directos. En algunos casos son representadas las actividades indirectas que sean estrictamente necesarias para el desarrollo de la red de actividades (porque afectan directamente el desarrollo de los trabajos) o actividades de trabajos indirectos que comúnmente son representados, tales como: movilización a sitio, ubicación de grúas de gran capacidad, entre otras.

Relación lógica (relationship): Dependencia en la secuencia de ejecución entre dos



actividades de un proyecto.

Ruta crítica (critical path): La ruta crítica se compone de una secuencia de actividades críticas que definen la duración del proyecto, la holgura total de cada una de ellas es cero, por lo que el atraso o adelanto de cualquiera de estas actividades afecta la duración total del proyecto.

Sistema (system): Se define como el conjunto de líneas, equipos (eléctricos, mecánicos y de control) e instrumentos con una función específica dentro del proceso global de producción u operación de la planta. Su integración inicial se lleva a cabo por la disciplina de ingeniería de proceso.

Sistema de administración del proyecto (project planner software): El sistema de administración del proyecto institucional que empleamos para crear, avanzar, controlar, analizar y mantener las redes de actividades es Primavera Project Planner (P3) o Primavera Enterprise for Construction (P3e/c), por tal motivo se asumen las mismas consideraciones que emplean estos sistemas, como son las siguientes:

- La red de actividades la representamos como diagramas de barras (diagrama de Gantt), también estos sistemas permiten representar la red de actividades como diagramas de nodos (ADM arrow diagramming method).
- El método de cálculo para el análisis de la red de actividades es el CPM (critical path method), el cuál analiza y define las actividades que determinan la duración total de un proyecto y definen la identificación de la ruta crítica.

Sucesor (successor): Actividad cuyo inicio o terminación depende de una actividad predecesora.

Terminación temprana (Early Finish / EF): Es la fecha que indica cuando es lo más temprano que puede terminar una actividad.

Terminación tardía (Late Finish / LF): Es la fecha que indica cuando es lo más tarde que puede terminar una actividad, después de consumir su holgura total



CAPITULO 3. -COSTOS Y ESTIMADOS.

3.1.- CONTROL DE COSTOS.

Como una herramienta que permita mejorar el proceso de control de costos en el proyecto (IPCC) para asegurar que éste proceda de acuerdo al presupuesto de venta, con el objeto de proporcionar todos los elementos necesarios para finalmente obtener un pronóstico de costos confiable y que el análisis de cualquier variación del plan se informe de forma oportuna.

La filosofía de control de costos es : Integrar los elementos de planeación, registro, monitoreo, **análisis y acciones**

- Identificar las desviaciones potenciales del plan en una etapa temprana
- Evaluar y tomar la acción correctiva tan pronto sea posible para minimizar el impacto en costo / tiempo.

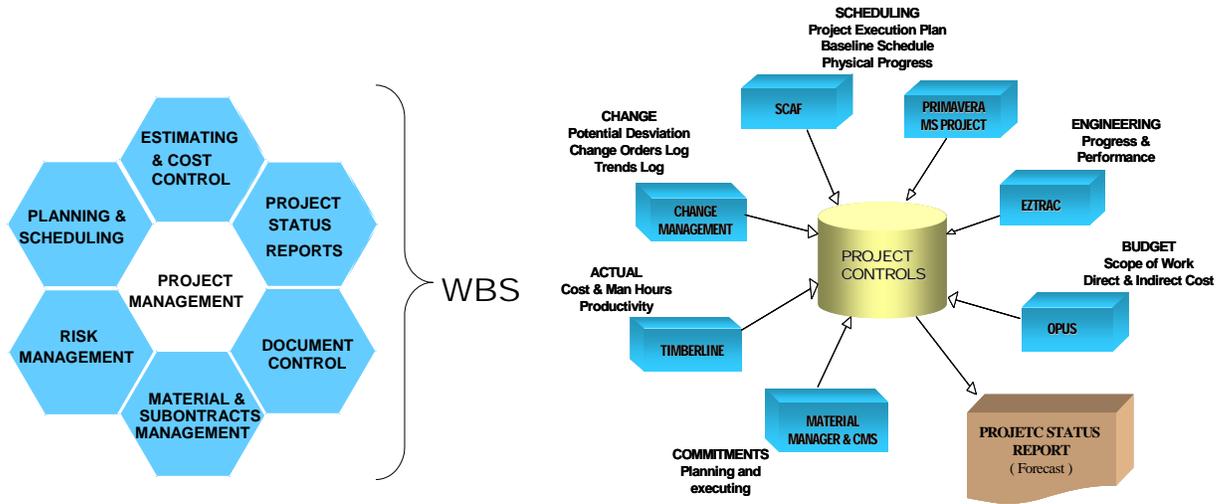
El objetivo de control de costos es :Proporcionar un proceso, para asegurar que el proyecto proceda de acuerdo a lo presupuestado

- Identificar durante el análisis cualquier variación al plan e informar de forma oportuna.
- Proveer una base racional para la toma de decisiones, comunicando el presupuesto, el plan y su estado, comparándolo contra las metas establecidas.

Principios de control de costos

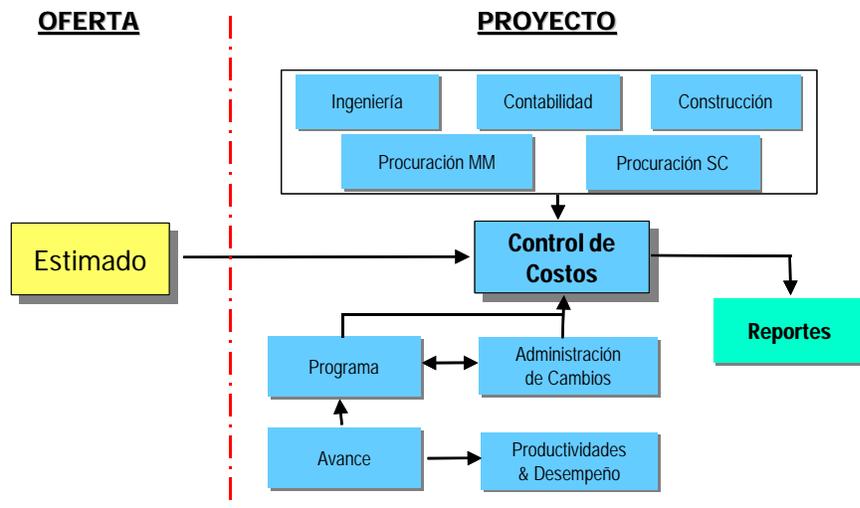
- Establecer una base de control
- Tener un sistema de administración de costos (herramienta del Ingeniero de costos)
- Los controles deben ser consistentes
- Los controles deben ser confiables
- Sólo pueden ser controladas las actividades actuales y futuras

Establecer un sistema organizado y administrable para el registro de la información, para obtener información consistente entre todos los sistemas que se utilizan en el proyecto e integrarla oportunamente (WBS).



3.1.11 Integración de la información

De toda la información que generarán las diferentes areas o departamentos las integra el Ingeniero de Costos en su sistema de control de costos



El compromiso de costo y tiempo, tienen una directa relación con la línea base del estimado, para ello es necesario :

- Establecer el presupuesto de costo "as sold" de mano de obra, materiales, equipo, maquinaria y subcontratos además de las horas hombre; éste presupuesto no podrá ser modificado.
- Revisar el estimado "as sold" y asegurar que refleje el alcance del proyecto y el plan de ejecución.



- Identificar la escalación y otras implicaciones financieras.
- El Estimado deberá reflejar el plan del proyecto y será monitoreado para asegurar que los trabajos estén siendo desarrollados dentro del presupuesto establecido.

3.1.2. Presupuesto de control

- Control de proyectos prepara y establece el presupuesto de control (línea base), que sirva de “punto de referencia” para el buen desarrollo del mismo y lograr las metas establecidas en programa y costo.
- Estimados hará la transferencia del “estimado as sold y programa” desde la fase conceptual hasta la definición a detalle al líder de control de proyectos.
- Reestructurar el presupuesto as sold para obtener el presupuesto de control y definir el nivel de detalle de acuerdo al WBS.

- Características del presupuesto de control :

Presentar costos realistas de los trabajos a realizar

Se basa en el alcance de trabajo formalmente definido y documentado

Incluye el detalle suficiente para el control del proyecto

Tenerlo disponible desde el inicio del proyecto o antes

Mantenerlo actualizado al surgir cambios

- Cada responsable del proyecto deberá de conocer a detalle los “documentos base”, con el objeto de crear un “compromiso y conciencia” sobre el control de costos.

Contrato

Alcance

Plan de ejecución del proyecto

Manual del procedimiento del proyecto

Presupuesto

Programa

Plan de administración de riesgos

- La responsabilidad de identificar, suministrar la información y documentar los cambios, es de TODO el equipo del proyecto, para que puedan ser integrados al pronóstico y con ello evitar se tengan algunas omisiones.

- Con la volumetría revisada por Ingeniería, podría identificarse una desviación, en caso de que exista, deberá incluirse en el presupuesto de control.

- Se llevarán registros de :

Avisos de desviación potencial

Órdenes de cambio

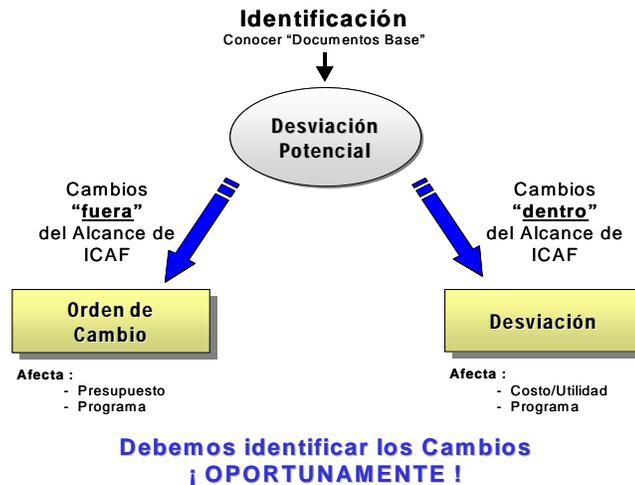
Desviaciones

Reclasificaciones (budget shift)

- El proceso de administración de cambios es muy importante para el análisis del pronóstico.



- Clave del éxito de una correcta administración de cambios :
Identificación temprana de cualquier cambio
Participación de **todo** el equipo del proyecto
Rapidez en la entrega de los avisos de desviación
Diferenciar entre orden de cambio y desviación
Organizar y valorizar rápidamente los cambios
Determinar los impactos o ahorros en el costo
Tener autorizadas las tendencias



- Los compromisos son :

Comprometido + Por comprometer, que se conozca + Por comprometer, que no se conozca + Allowances

- Los montos comprometidos son :

- ✓ Órdenes de compra de materiales consumibles
- ✓ Órdenes de compra de materiales permanentes
- ✓ Órdenes de compra de equipos
- ✓ Subcontratos
- ✓ Órdenes de compra por servicios (OCS)

- Conocer los compromisos, es un elemento esencial para el cálculo del pronóstico :

Pronóstico = Comprometido + Por comprometer + Allowances

- El omitir el registro de los compromisos (PO, Subcontratos y OCS) por parte de Control de Proyectos, tiene un impacto en el pronóstico.
- Procuración, en el sistema del MatMan (fuente de información de los compromisos), es responsable de la captura del cost code, en donde Control de Proyectos verificará previamente la codificación de todas las requisiciones que genera Ingeniería.



- Es necesario que la PO esté codificada, ya que el uso del cost code es requerido para poder registrarla en el sistema de Procuración
- Es esencial realizar el proceso de conciliación de los compromisos para minimizar la omisión de los costos comprometidos
- ✓ Procuración + Subcontratos + Contabilidad + Control de Proyectos
- ✓ Toda la información de los compromisos debe ser consistente, ya que de aquí se toman decisiones importantes
- ✓ Checar que no haya PO's que estén en el costo y no en el MatMan

- Se requiere realizar un chequeo cruzado con almacén y contabilidad ya que dá un cierto grado de confianza que todo esté pasando por el MatMan
- Cuando se tengan **backcharges** hacia un proveedor o subcontratista, es importante llevarlos en la Contabilidad a una cuenta deudora para poder identificarlos y realizar la recuperación de los costos debido a deficiencias en los bienes y/o servicios proporcionados. Es necesario tener un backcharge log para dar seguimiento a esta recuperación.

3.1.3. Costos reales

- Todos los cargos generados en el proyecto se harán de acuerdo al WBS y catálogo de cuentas (última revisión). control de proyectos revisará todas las codificaciones de los cargos que se generen antes de aplicarse a la contabilidad, tales como :
 - ✓ Hoja de tiempo (Personal), vales de consumo (almacén), estimaciones (subcontratos), rentas de maquinaria (maquinaria), provisiones y costos indirectos (contabilidad).
 - ✓ Para las prestaciones de la mano de obra se considerarán las cuentas que están definidas en el catálogo de cuentas estándar de la empresa.
 - ✓ Cualquier posible cargo, mal aplicado, deberá reclasificarse
- Contabilidad entregará el archivo electrónico definitivo (Master.JCM, History.JCT y Current.JCT) a control de proyectos al cierre de la balanza mensual, para :
 - ✓ Realizar pre-cierres para asegurar que estén correctamente aplicados los cargos.
 - ✓ Validar la codificación.
 - ✓ Asegurarse de mantener limpias todas las cuentas de costos
 - ✓ Hacer una conciliación de los costos reales con contabilidad para ser consistente con el reporte de costos.
- Control de proyectos verificará que contabilidad registre en su sistema de Timberline (Transaction Note / Description), el "número del subcontrato, PO, OCS, convenios y provisiones, acompañado de una breve descripción.
 - Asegurarse que se registren las horas hombre tanto de contratista como de los Subcontratistas al nivel de detalle requerido.



Se elaboran mes a mes las “provisiones de costo” en coordinación con los responsables de Procuración y Subcontratos y se aplican en la contabilidad.

Las provisiones de costos de :

- ✓ Materiales y equipos, están basados en un plan de pagos que se acordó con el proveedor.
- ✓ Subcontratos, estará basado en el importe de la estimación o en su defecto se determinará un estimado de los trabajos realizados en el mes.

Se recomienda revertir cada mes, la póliza de provisiones que no se aplicaron (saldos) y crear otras nuevas provisiones.

- Control de proyectos actualizá los volúmenes en el presupuesto as sold y emite un presupuesto actualizado.
- Considera las horas hombre de Ingeniería para la cuantificación de volúmenes,
- Los volúmenes finales son los que se estimen al término del proyecto, los volúmenes provistos por Ingeniería se asumen serán muy cercanos a los as built.

- Las curvas de la línea base son para monitorear, analizar y controlar. Estos planes incluyen los recursos (staffing, gastos, indirectos de campo, etc.), avance y productividad, cantidades, lista de tabuladores, flujo de efectivo, compromisos, gastos, etc.
- Comparar el costo real contra la línea base de control así como con lo planeado (son elementos esenciales de control) ésto puede ser el éxito del proyecto.

- Se deberán revisar los reportes emitidos (semanal, quincenal y/o mensualmente según se requiera) contra el As Sold, para una oportuna detección de desviaciones.
- También se analizarán todos los reportes en sus diferentes niveles (costo directo / disciplina y categoría de costo) con los responsables de ingeniería, procuración, construcción y comisionamiento para que conozcan sus desviaciones y tomen acciones correctivas para mitigarlas.
- Se realizarán comparaciones de los costos compromiso con los costos reales, para corregir las desviaciones y dar seguimiento a su cumplimiento.
- Control de proyectos determinará en conjunto con el equipo del proyecto el Pronóstico de Costos a terminación con base a las condiciones actuales del proyecto, es decir, conocer el costo remanente de los trabajos que faltan ejecutar.
- El Pronóstico debe ser :
 - ✓ Una advertencia
 - Curvas agresivas en el pronóstico, desvían la atención del gerente
 - Si el pronóstico se excede, debe tomarse una acción correctiva
 - Si el pronóstico se excede, debe revisarse para asegurarse que es válido.....
- ✓ Objetivo evitar optimismo o pesimismo excesivo

- El pronóstico se determina utilizando varios métodos de análisis, incluyendo :
 - ✓ \$/HH promedio



- ✓ Volúmenes
- ✓ \$/Unidad
- ✓ HH/Unidad y factores de productividad
- ✓ Costos mensuales
- Cuando se realice el pronóstico y dependiendo de la fase en que se encuentre el proyecto, se utilizarán diferentes metodologías y las "productividades de costo" cambiarán

Al inicio del proyecto
 Los costos iniciales son altos, por estar en la fase de arranque, que implica costo de instalaciones, vehículos, personal de mayor nivel (gerente de proyecto, superintendentes, etc.) y los volúmenes de obra ejecutados son pequeños.

✓ **A mitad del proyecto**
 Los costos en general son altos, pero los volúmenes de obra ejecutado son los más altos de la vida del proyecto, de modo que se gasta más pero se avanza también más, esto provoca que los costos promedios se vayan equilibrando y con mayor avance físico aumente la productividad.

✓ **Al final del proyecto**
 Debido a que se acerca la terminación de los trabajos, los volúmenes grandes de obra han terminado, quedan trabajos menores y detalles en todas las disciplinas, el avance disminuye y los costos por estos trabajos se incrementan, adicionalmente inicia el destaffing que generalmente son personas de categoría menor y permanecen los de mayor nivel hasta el final.

- En la elaboración del pronóstico se deberá considerar lo siguiente :





▪ Una vez elaborado el pronóstico por el equipo del proyecto, es necesario hacer una validación, basándose en :

- ✓ Índices / métricas
- ✓ Programa actualizado
- ✓ Datos históricos
- ✓ Revisar costos tener idea de lo que cuestan las cosas
- ✓ Experiencia en otros proyectos

▪ Otro aspecto importante a considerar en la elaboración del pronóstico son los volúmenes de obra, que nos permitirá hacer un mejor análisis de costos más certero. A medida que se va desarrollando o terminando la Ingeniería se conocerán los volúmenes finales de diseño del proyecto.

▪ Es importante la administración ó manejo de la contingencia en los proyectos, porque nos permitirá cubrir los riesgos (eventos desconocidos que pudieran ocurrir en el proyecto) asociados con el alcance de trabajo "*conocido*", sin que impacte en el resultado del proyecto. Es necesario monitorear la contingencia mes a mes mediante un análisis de riesgos en los proyectos (BRMF) que nos permita asegurarnos que no habrá impactos significativos y que es suficiente para cubrirlos.

▪ En los reportes de costos se observan las tendencias del proyecto, comparaciones entre gastado y presupuestado, los cambios de alcance y desviaciones, compromisos, costos reales, productividades de las disciplinas y algo más importante, el "pronóstico de costos a terminación" del proyecto. Estos reportes cumple con varias funciones y objetivos :

- ✓ Es una herramienta de planeación al utilizar productividades y pronósticos.
- ✓ Informa del estado actual del proyecto y la tendencia a futuro, donde podremos ver en que áreas nos estamos desviando contra lo que vendimos.
- ✓ Los reportes de costos incluyen el estado real del IPCC

▪ Existen otros reportes a diferentes niveles tales como :

Proforma El análisis del pronóstico que elaboró el proyecto será reflejado en el formato del Proforma de la empresa por control de proyectos.

▪ Está establecido por política de la empresa, que se realizarán revisiones trimestrales, que serán : 0+12, 3+9, 6+6 y 9+3, donde el primer dígito indica los meses reales ejecutados en el año y el siguiente, los meses faltantes que deben ser proformados.

▪ Estas revisiones al presupuesto se realizan en base a la información proporcionada por cada área (IPCC) se integrarán los importes en cada concepto.

▪ Una vez analizado el proforma, el líder de control de proyecto recopilará las autorizaciones del director de proyectos y gerente de proyecto, posteriormente envía el archivo y una copia dura a la gerencia de contabilidad y finanzas.

▪ El Proforma será el nuevo pronóstico del proyecto y deberá de servir para comparar con el as sold y sustituirlo como base de medición y control contra lo ejecutado.



Overview Es un reporte donde se muestra mensualmente la situación financiera del proyecto y es elaborado por control de proyectos y contabilidad.

- El análisis del pronóstico que elaboró el proyecto también será reflejado en el formato del overview

- El Overview del proyecto consta de dos reportes :

- ✓ El "Total" del proyecto y

- ✓ El "Anual" del proyecto (año calendario)

- ✓ Estos reportes incluyen dos secciones de : comentarios y áreas de atención

- El análisis, es el punto de inicio para el control simplemente reportar los resultados no es suficiente y solamente reportar no es control

- Los tres pasos de análisis son :

1. Comparar el desempeño real con el esperado (línea base)

2. Dónde existen desviaciones significativas, investigar por qué

3. Explorar las alternativas de acciones correctivas con el equipo del proyecto

- El análisis es continuo durante toda la vida del proyecto

- Conocer que es una desviación temprana y por qué

- Las razones para actualizar la línea base pueden ser :

- ✓ Por cambios de alcance

- ✓ Por cambios de ejecución del proyecto

- Retrasos financieros

- Cambios de filosofía (Lump Sump vs Tarifa fija)

- Cambios de proceso

- Huelgas

- Desastres naturales (fuerza mayor)

- Etc.....

Información Histórica

- para la integración del reporte de información histórica de proyecto, cuyo objetivo es obtener parámetros que sirvan de base para el estimado y planeación en la ejecución de nuevos proyectos.

- El Ingeniero de costos en coordinación con el líder de control de proyectos tienen la responsabilidad de emitir este reporte.

- En el proceso de entrega de la información, debe realizar evaluaciones periódicas en conjunto con el líder de cada especialidad durante el periodo de ejecución del proyecto e integrarse conforme se vaya terminando cada etapa :

- ✓ Ingeniería (*directo e indirecto*)



- ✓ Construcción (*directo e Indirecto*)
- ✓ Comisionamiento (*directo e Indirecto*)



3.2. - MANEJO DE COSTOS DURANTE EL PERIODO DE GARANTÍA DEL PROYECTO.

Se cree que la terminación de un proyecto es cuando se arranca la planta y se cumple con las pruebas de comportamiento con los parametros de salida de los productos, pero no es así. Por lo que este trabajo establece un método consistente para manejar la cuenta de la Reserva de garantía durante la ejecución del período de garantía, donde la aplicación final será de acuerdo a las condiciones especiales del proyecto.

Dada la diversidad de los proyectos potenciales y de los acuerdos contractuales, se reconoce que las excepciones o las desviaciones a este proceso, pueden ser apropiadas para ciertos proyectos.

- Precio de venta total (PVT): Es el importe total del ingreso del proyecto recibido del cliente en la terminación del proyecto o el importe total ,si éste excede el importe recibido del cliente.
- Reserva de garantía: Es la cantidad necesaria de dinero identificada por la gerencia de proyecto para el procesamiento de los reclamos o trabajos de garantía después de la terminación de un proyecto. La reserva de garantía es un costo que no es parte de la contingencia del proyecto

El gerente de proyecto y el equipo del proyecto implementán este proceso desde el inicio del período de garantía.

El Ingeniero responsable en esta etapa dá seguimiento a la administración de los costos así como los reclamos durante el período de garantía del proyecto, verificando que todos los costos sean correctamente codificados.

3.2.1. Determinación de la reserva de garantía

En la mayoría de los contratos EPCC (Ingeniería – Procuración – Construcción - Comisionamiento), Se tiene en su alcance la obligación de reparar o de sustituir los materiales o equipos defectuosos y volver a realizar las pruebas en los servicios afectados durante un cierto "período de garantía" (típicamente un año posterior a la emisión del acta de entrega-recepción) con un "período de garantía extendida" (típicamente no más allá de dos años posteriores a la terminación de la construcción y del comisionamiento) para corregir cualquier defecto.

La garantía de los equipos suministrados deben contemplar la garantía incluyendo desde la instalación, pruebas y período de garantía.

El costo para satisfacer esta obligación variará dependiendo de ciertos factores, tales como : alcance de instalaciones y servicios, los términos del contrato, los términos de las órdenes de compra y de los subcontratos, tipo de equipos, localización, etc.

Un análisis histórico realizado por Fluor en proyectos terminados, indica que el costo de la



garantía, incluyendo los costos generados durante el período de la garantía extendida, se ha mantenido constante en :

- Aproximadamente 0.5% del PVT, para las plantas de ciclo combinado con un arreglo de turbinas 2x1.
- Aproximadamente 0.3% del PVT para un arreglo de turbinas 4x2.
- Aproximadamente 0.1% del PVT para un arreglo simple de ciclo combinado.

Por lo tanto, bajo términos estándares de garantía, la mínima cantidad que se incluirá en cada estimado de proyecto serán estos valores medios. Hasta que pueda establecerse un sistema de datos históricos confiable, por ejemplo para este tipo de plantas el valor mínimo prefijado será de 0.5% del PVT.

Para cada estimado, el Gerente de la oferta debe solicitar un cálculo específico para la Reserva de Garantía, La base del estimado debe ser definido claramente y las cantidades incorporadas a la hoja de trabajo deben considerar los datos históricos ajustados más recientes de proyectos similares y de acuerdo a consideraciones específicas del proyecto.

Las consideraciones deben incluir la configuración de la planta, tabuladores de salarios, susceptibilidad del cliente, y consideraciones de proveedor/subcontratista y debe ser explicado en las notas generales. Este cálculo se debe comparar con el histórico y hacerse un juicio para determinar el ajuste, si es que aplica, en la cantidad mínima de la reserva de garantía a utilizar en el estimado. El razonamiento se debe documentar en el paquete de la revisión de la gerencia.

3.2.2. Manejo de la reserva de garantía en el proyecto

El director y gerente del proyecto deben asegurarse de la inclusión de la reserva de garantía en el presupuesto actual autorizado del proyecto y que sea igual para el as sold del proyecto, excepto según lo modificado por órdenes de cambio y desviaciones aprobadas.

Es recomendable crear una cuenta de costo particular para el manejo de la reserva de garantía al inicio de este período, con el fin de registrar en ésta todos los cargos. El catálogo de cuentas estándar deberá establecer una cuenta para el manejo de dichos costos :

Ar/Un/Cam	Cost Code
90 88 000	99 202 8

El estado de la garantía se informa mediante un reporte de costos que incluye el presupuesto as sold de la reserva de garantía, el presupuesto actual y el pronóstico revisado; el número de reclamos procesados y abiertos; lo comprometido, lo gastado y el pronóstico de costo para cada reclamo; así como las recuperaciones anticipadas de otros. El formato específico se debe establecer por el gerente de control de proyectos (GCP).

Al principio del período de garantía, y previo a la liberación de la contingencia y demás reservas del proyecto, el encargado de la reserva de garantía pronostica nuevamente el costo para la reserva de garantía usando una hoja de trabajo similar a la de. La base de este nuevo pronóstico debe ser definido claramente y las cantidades incorporadas a la hoja de trabajo



deben considerar los datos históricos ajustados más recientes de los proyectos similares y de acuerdo a consideraciones específicas del proyecto.

Este nuevo pronóstico no debe incluir el costo para finalizar los "punch list" pendientes de ejecutar y comprometidos con el cliente. Los costos de cierre del proyecto y la resolución de los "punch list" deben ser considerados por separado. cualquier aumento en el pronóstico actual de la reserva de garantía se debe compensar por una disminución correspondiente de la contingencia (sí aún permanece), si no es así, deberá reflejar una disminución de la utilidad del proyecto.

Durante el período de garantía, todos los gastos de los trabajos se deben cargar a la cuenta de costo de la reserva de garantía y todas las recuperaciones de proveedores y/o subcontratistas se deben acreditar también a dicha cuenta. Por lo menos trimestralmente durante el período de garantía, es importante que el Ingeniero responsable pronostique nuevamente el costo de la reserva de la garantía para incluir gastos o comisiones excepcionales.



3.3. - ELABORAR ESTIMADOS DE COSTOS.

Antes de realizar los proyectos IPC , primero hay que obtenerlos y para eso lo usual es por medio de licitaciones, para esto se establece un proceso estandarizado para elaborar estimados de costo, que integren las mejores prácticas de la industria y sea utilizado como base por los equipos de trabajo o individuos.

En la etapa de preparación de ofertas y como guía cuando se realicen estimados de costo en ejecución de proyectos, todas las direcciones, gerencias, departamentos y proyectos involucrados en elaboración de estimados de costo y no perdiendo de vista las fechas internas de revisión así como la fecha de entrega al Cliente.

El gerente de oferta será responsable de que los integrantes del equipo de trabajo que preparan el estimado de costo, en apego a lo establecido por la empresa.

Los gerentes funcionales serán responsables de suministrar el personal requerido por el gerente de oferta y de que el personal bajo su gerencia aplique este procedimiento cuando participen en la preparación de estimados de costo.

El gerente funcional de control de proyectos será responsable de la aplicación y uso del procedimiento dentro de la gerencia a su cargo y de su difusión en las demás áreas de la empresa.

Estimar los costos de una asignación determinada es un proceso que se logra en principio evaluando el **alcance** y el **plan de ejecución** asociado, transformándolos en un producto organizado y coherente, donde sea posible asignar costos a cada uno de sus componentes.

El proceso se muestra como un ciclo en el cual después de elaborado el estimado de costo, se obtiene retroalimentación de los proyectos ejecutados para mejorar las bases de datos y los estándares de ejecución. El diagrama de flujo del proceso se ilustra en sus partes principales en el, y sus actividades con responsables, se determinan en la matriz.

Este proceso será desarrollado por un equipo de trabajo multidisciplinario, cuyo número de integrantes lo define el gerente de oferta con el apoyo de los gerentes funcionales, en función del tipo de estimado de costo a desarrollar y los entregables solicitados por el cliente. Dicho equipo, definirá el producto final de una manera lógica y razonada, a través de identificar alcances, establecer planes, cuantificar cantidades de obra, asignarles costo, documentar las bases, analizar riesgos y obtener aprobación directiva, dentro de un presupuesto y período de tiempo predeterminados.

Actividades del proceso.

Inicio.

En la etapa temprana del desarrollo de ofertas, el gerente de desarrollo de negocios a cargo informa al gerente de control de proyectos sobre la intención de iniciar el estimado de costo y las fechas clave preliminares para su elaboración, quien a su vez turnará dicha solicitud al subgerente del departamento de estimados para que la atienda y designe al Coordinador de etimados que se integrará al equipo de trabajo que preparará la oferta.

Una vez iniciado el proceso, el siguiente paso es la alineación con los objetivos del cliente.



desde el principio, se establece de una manera clara, la definición de los objetivos que se buscan al elaborar el estimado de costo. El gerente de desarrollo de negocios es responsable de establecer y mantener la comunicación requerida con el cliente, así como de comunicar al gerente de oferta las estrategias particulares que haya establecido la dirección para cada oferta. El gerente de oferta es el encargado de establecer los objetivos al equipo de trabajo y de asegurar que se comprenda las estrategias establecidas y las expectativas del cliente, para ello, ambos, gerente de oferta y de desarrollo de negocios, trabajan en coordinación para clarificar, comunicar y mantener vigentes tales aspectos hacia el equipo de trabajo. En esta etapa se debe desarrollar un esfuerzo especial y tratar de definir todas las variables que pueden tener impacto relevante en el estimado de costo y en el entendimiento del mismo por parte del cliente.

El coordinador de estimados apoyará el esfuerzo del gerente de oferta para identificar el grado de definición en que se encuentra el proyecto y el tipo de estimado requerido para alcanzar la exactitud esperada por el cliente.

Al final de esta etapa el gerente de oferta emitirá un resumen de requerimientos y Estrategias para ganar, cuyo contenido mínimo se indica en el (contenido mínimo del resumen de requerimientos y estrategias para ganar)

Previo a iniciar la etapa de desarrollo de cantidades y costos, debe elaborarse un plan que identifique el trabajo que se ejecutará, quién lo va a hacer, cuándo lo hace, cómo lo hace, el presupuesto requerido para prepararlo, las estrategias particulares que se aplicarán, la estructura de control que se utilizará y demás actividades necesarias para completar el estimado de costo. En esta etapa, se define al equipo de trabajo adecuado a las necesidades de documentación a desarrollar. El plan también incluye las herramientas y técnicas que son apropiadas al nivel de definición de alcance y de la exactitud que el cliente espera para el estimado de costo.

El coordinador de estimados apoyará este esfuerzo encargándose de su integración, el gerente de oferta es responsable de que se integre el plan de manera correcta y de su implementación, utilizándolo en la junta de arranque con el equipo de trabajo. El plan servirá de guía durante todo el proceso.

En esta etapa se cubrirán las actividades desde la determinación de cantidades hasta la revisión del estimado de costo por el equipo de trabajo, incluyendo la preparación de las bases y supuestos técnicos sobre las que este se fundamenta. En virtud de que el grado de detalle de la información a desarrollar depende del tipo de estimado de costo que se trate, se aplicarán diferentes métodos para el desarrollo de esta etapa,

Una vez establecido el proceso a seguir en esta etapa, el coordinador de estimados es responsable de presentarlo a todo el equipo de trabajo, a fin de establecer roles y responsabilidades a cada una de las partes involucradas y clarificar las dudas derivadas de dicho proceso.

Al final de esta etapa, se tiene un estimado de costo integrado, con sus respectivas Bases.

Una vez integrado el estimado de costo con sus bases, se revisan dichos documentos utilizando la metodología BRMF (Business Risk Management Framework), para analizar los riesgos potenciales y establecer las estrategias más adecuadas para su manejo.



El gerente de oferta organizará una o más sesiones de trabajo con los integrantes clave del equipo, quienes proveen la información que alimentará el análisis. El coordinador de estimados, realizará la función de facilitador del proceso de análisis, utilizando para ello el software "Mitigator".

El resultado de esta etapa será la emisión del plan para manejo de riesgos, y una lista de cambios al estimado de costo, derivada de las estrategias de mitigación propuestas en dicho plan. Con dicha lista, se efectúan los cambios pertinentes al estimado de costo y a los documentos que lo respaldan, en caso de ser necesario. Además, si una o más estrategias requieren fondos económicos para su futura implementación en el proyecto, estos deben integrarse al estimado de costo dentro del renglón "contingencia por eventos manejables" (event driven contingency).

Para esta etapa el gerente de oferta coordinará la preparación del paquete de revisión ejecutiva, el cual se presentará a revisión de directores. Su propósito es permitir al equipo directivo, evaluar lo adecuado del estimado de costo en relación con su alcance y su plan de ejecución. Este paquete será un documento integrado por el coordinador de estimados con información proporcionada por el equipo de trabajo, y su contenido será el establecido en el documento de revisión ejecutiva de estimados de costo.

El gerente de oferta está a cargo de la presentación a directores y llevará nota de todos los cambios derivados de la revisión, los cuales son comunicados por escrito a los integrantes clave del equipo de trabajo para que realicen las modificaciones conducentes. El gerente de oferta repite este ciclo de revisiones y ajustes hasta obtener la aprobación del estimado de costo. El equipo de trabajo documentará todos los ajustes o cambios realizados y el coordinador de estimados los integrará al estimado de costo, y posteriormente envía el paquete aprobado por directores al gerente de oferta.

Una vez que el importe del estimado de costo ha sido aprobado mediante la revisión directiva, el coordinador de estimados preparará la información requerida por el cliente conforme se indique en las bases de licitación o solicitud de oferta, o, según le sea indicada por el gerente de desarrollo de negocios.

Concluido el estimado de costo, se guardará en copia dura dentro del archivo histórico de control de proyectos, y dentro del servidor del departamento de estimados para ello, cada participante hará una selección cuidadosa de la información electrónica que haya generado y que considere fundamental en la preparación del estimado y se enviará con oportunidad al coordinador de estimados. En caso de que se hayan generado documentos en forma manual, se hará el mismo proceso de selección que se hizo para los archivos electrónicos y se enviarán los originales al coordinador de estimados para su resguardo en el archivo histórico correspondiente.

Si la oferta llega a derivar en la asignación del proyecto, la información que sirvió de base para la preparación del estimado será transferida al líder de control de proyectos asignado.

En el caso de que la oferta no se presente al cliente o, si presentada esta, no es asignado el proyecto, entonces se resguardará la información en el archivo histórico del departamento de control de proyectos, incluyendo las lecciones aprendidas del equipo de trabajo de ese estimado de costo en particular.

Ningún proceso de estimado está completo sin la continua retroalimentación de la ejecución



del proyecto, la cual proporcionará lecciones aprendidas que permitirán al departamento de estimados modificar estándares y prácticas de estimados. También permite actualizar las bases de datos incluyendo horas hombre y rendimientos para mejorar la exactitud de futuros estimados.

Para asegurar una retroalimentación efectiva entre el proyecto en ejecución y el departamento de estimados, el coordinador de estimados permanece en contacto con el líder de control de proyectos asignado, a fin de dar seguimiento al estimado de costo durante el ciclo de vida del proyecto, para ello, el paquete de revisión ejecutiva del estimado de costo sirve como herramienta fundamental que brindará consistencia a la recolección y almacenamiento de la información. El líder de control de proyectos asignado, proveerá la información necesaria con la periodicidad establecida por la gerencia de control de proyectos.

El reporte final del proyecto es un documento muy valioso utilizado para capturar las lecciones aprendidas y mejorar estimados de costo, por lo tanto este provee una retroalimentación real, para compararse contra el estimado inicial. El líder de control de proyectos asignado, será el responsable de su elaboración y envío a la subgerencia de estimados para su almacenamiento y uso respectivo.

Cantidades de obra y costos en estimados.

NÚM	ACTIVIDAD	RESPONSABLE	CRITERIO DE ACEPTACIÓN	OBSERVACIONES
1	Desarrollar y/o completar los documentos entregables necesarios para elaborar y documentar el estimado	Células de trabajo interdisciplinarias	Que se completen los documentos establecidos en plan de trabajo	Distinguir entre entregables internos y entregables para el cliente.
2	Calcular las cantidades de obra que integran el costo directo y describir las bases sobre las que se desarrollaron	Ingeniero de proyecto	Que se organice la información por WBS y se respalde con números generadores.	Apoyan: el coordinador de estimados y el ingeniero de construcción
3	Integrar el catálogo de conceptos del costo directo, procesando datos en el sistema de estimados de costo	Coordinador de estimados	Que se integre conforme a WBS hasta nivel detalle	Apoyan: el Ingeniero de construcción y el ingeniero de proyecto



NÚM	ACTIVIDAD	RESPONSABLE	CRITERIO DE ACEPTACIÓN	OBSERVACIONES
4	Investigar las condiciones físicas y socioeconómicas del entorno y sitio donde se planea construir la instalación o proyecto	Ingeniero de Construcción	Que se emita reporte que incluya una sección que indique los riesgos potenciales detectados	Apoyan: el coordinador de Estimados, el ingeniero de proyecto y el ingeniero de procuración
5	Determinar las estrategias de contratación de mano de obra que se recomiendan para regir durante el ciclo de vida del proyecto	Ingeniero de construcción	Que se emitan las estrategias revisadas por el gerente de construcción	
6	Desarrollar estrategias de subcontratación, incluyendo lista de trabajos a subcontratar	Ingeniero de construcción	Que se emitan estrategias revisadas por el gerente de construcción	Apoya el ingeniero de procuración
7	Integrar el tabulador de salarios para mano de obra, de acuerdo a las estrategias de mano de obra establecidas	Coordinador de estimados	Que se autorice tabulador por el gerente de construcción	Ingeniero de construcción revisa y tramita la autorización del gerente de construcción
8	Emitir listado de materiales, subcontratos y equipos para determinar precios unitarios de adquisición	Coordinador de estimados	Que se emitan las listas clasificadas por tipo de material o cuenta.	Se enviarán listados al ingeniero de procuración
9	Desarrollar el programa de ejecución del proyecto	Ingeniero de programación	Que se emita el programa autorizado por el gerente de oferta	Apoyan ingeniero de construcción, ingeniero de proyecto, ingeniero de proceso ingeniero de procuración y gerente de comisionamiento.



NÚM	ACTIVIDAD	RESPONSABLE	CRITERIO DE ACEPTACIÓN	OBSERVACIONES
10	Desarrollar investigación de mercado, incluyendo bases internas, y asignar precios de adquisición a materiales, subcontratos y equipos	Ingeniero de procuración	Que se emitan los precios en los formatos establecidos por el Coordinador de estimados	Apoyan el ingeniero de construcción, ingeniero de proyecto, ingeniero de proceso y Coordinador de estimados
11	Desarrollar el programa de utilización de maquinaria y equipo de construcción	Ingeniero de construcción	Que se emita el programa revisado por el gerente de construcción	Ordenar por catálogo de cuentas del costo directo
12	Investigar y establecer precios de rentas de maquinaria y equipo de construcción	Ingeniero de construcción	Que se emita el listado de rentas revisado por el gerente de construcción	Apoya el coordinador de estimados
13	Desarrollar estudio para izajes pesados y transportación de equipos (cuando aplique), incluyendo la logística y obras de mejora o modificaciones a las vías de comunicación si son requeridas	Ingeniero de construcción	Que se emita estudio completo de izajes pesados y transportación revisado por el gerente de construcción	Apoyan: el coordinador de estimados y el ingeniero de procuración
14	Recibir, organizar y procesar datos para integrar el costo directo	Coordinador de estimados	Que se integre acorde a WBS	
15	Revisar y validar integración del costo directo en todos sus rubros	Ingeniero de construcción, ingeniero de proyecto, ingeniero de procuración	Que se emita resumen validado por los responsables de la revisión	Emite: coordinador de estimados



NÚM	ACTIVIDAD	RESPONSABLE	CRITERIO DE ACEPTACIÓN	OBSERVACIONES
16	Analizar las necesidades de personal técnico y administrativo de sitio para el proyecto y elaborar el programa de utilización de personal técnico administrativo de sitio con organigrama.	Ingeniero de construcción	Que validen los gerentes funcionales	Ingeniero de construcción recaba aceptación de gerentes funcionales
17	Desarrollar plan sintetizado de movilización al sitio, logística de accesos, necesidades de instalaciones provisionales y desmovilización	Ingeniero de construcción	Que se emita el plan revisado por el gerente de construcción	Apoyan: Ingeniero de proyecto, ingeniero de impacto ambiental
18	Desarrollar matriz de requerimientos de permisos, estudios de impacto ambiental, y en general cualquier permiso o licencia por regulación local, estatal o federal que deba ser cumplida	Ingeniero de construcción	Que se emita la matriz revisada por el ingeniero de Impacto ambiental	Apoyan: ingeniero de proyecto, ingeniero de impacto ambiental
19	Recibir, organizar y procesar datos para integrar el costo indirecto	Coordinador de estimados	Que se integre acorde a WBS	
20	Revisar y validar integración del costo indirecto	Ingeniero de construcción	Que se emita resumen validado por el ingeniero de construcción	Emite el coordinador de estimados
21	Establecer estrategias de ejecución de comisionamiento y arranque, y determinar insumos	Gerente de comisionamiento y arranque de Plantas	Que se emita el plan de comisionamiento y arranque.	Ingeniero de construcción revisa consistencia con etapa de terminación mecánica.
22	Recibir, organizar y procesar datos para integrar el costo de comisionamiento y arranque	Coordinador de estimados	Que se integre acorde a WBS	



NÚM	ACTIVIDAD	RESPONSABLE	CRITERIO DE ACEPTACIÓN	OBSERVACIONES
23	Revisar y validar integración del costo de comisionamiento y arranque	Gerente de comisionamiento y arranque de Plantas	Que se emita resumen validado el ingeniero de comisionamiento	Emite el coordinador de estimados
24	Determinar horas hombre de Home Office. Establecer las estrategias de asignación	Ingeniero de proyecto	Que se emita el resumen de horas hombre validado por los gerentes funcionales	El ingeniero de proyecto concilia con gerentes funcionales
25	Recibir, organizar y procesar datos para integrar costo de Home Office	Coordinador de estimados	Que se integre acorde a WBS	
26	Revisar y validar integración del costo de Home Office	Gerente de oferta	Que valide el gerente de oferta	
27	Integración de todos los costos ya determinados	Coordinador de estimados	Que se integre acorde a WBS	
28	Recibir, organizar y procesar datos para integrar las bases del estimado, (premisas y consideraciones técnico-comerciales)	Coordinador de estimados	Que el gerente de oferta valide las bases del estimado	Proveen la información: células de trabajo interdisciplinarias
30	Sesión de trabajo para establecer los rangos de incertidumbre o confiabilidad de la información contenida en el estimado de costo y determinar el importe para contingencia	Coordinador de estimados	Que se utilicen los modelos establecidos	Proveen la información: células de trabajo interdisciplinarias
31	Definir parámetros para G&A y utilidad	Gerente de oferta	Que el gerente de oferta lo provea por escrito	



NÚM	ACTIVIDAD	RESPONSABLE	CRITERIO DE ACEPTACIÓN	OBSERVACIONES
32	Definir parámetros para inflación, tipo de cambio y tasa de interés	gerente de oferta	Que el gerente de oferta lo provea por escrito	El gerente de oferta obtendrá la información del departamento de contabilidad y finanzas
33	Calcular costos/beneficios por inflación y financiamiento	Coordinador de estimados	Que se utilicen los modelos establecidos	
34	Integrar resumen del estimado de costo incluyendo, costos, inflación, contingencia, gastos G&A y utilidad	Coordinador de Estimados	Que se utilicen los formatos establecidos	
35	Revisión y validación del estimado de costo integrado	Gerente de oferta	Que se emita el resumen en los formatos establecidos	El coordinador de estimados emite el resumen



3.4.- GUÍA PARA PREPARAR EL PAQUETE DE REVISIÓN EJECUTIVA DE ESTIMADOS DE COSTO

El objetivo de esta guía es proveer de información de cómo se realiza una revisión al estimado de costo y quienes participan.

La manera de realizarse es como sigue el coordinador de estimados integra el paquete de revisión ejecutiva que será presentado al grupo de directores cuando realicen revisiones de estimados de costo.

El objetivo principal del paquete de revisión ejecutiva es presentar la información de una manera estructurada y consistente, de tal forma que permita al grupo directivo tomar decisiones acerca de lo adecuado que resulta cada estimado de costo con relación a su alcance y plan de ejecución, y compararla con la de proyectos ejecutados por la empresa o con la de otros estimados de costo de proyectos similares.

Este documento es una guía y no un estándar, y la cantidad y contenido de los documentos recomendados a producir puede variar acorde a los requerimientos de cada proyecto específico a evaluar.

Esta guía aplica a estimados de costo de capital y excluye estimados de costos de operación o evaluaciones de desempeño durante la vida de instalaciones.

El coordinador de estimados integra toda la información que contenga el paquete de presentación ejecutiva.

El equipo de trabajo proveerá la información..

El gerente de oferta es responsable de que cada integrante provea la información

Antes de iniciar la integración del paquete de revisión, el coordinador de estimados propondrá su contenido al gerente de oferta, quien revisará lo adecuado del contenido en base a los objetivos que se deseen alcanzar.

El contenido mínimo recomendado para integrar el paquete de revisión ejecutiva es el siguiente:

Hoja de firmas de participantes

Hoja de datos del proyecto

Arreglo general (Plano(s) de conjunto)

Reporte de investigación del sitio y su entorno

Programa maestro del proyecto

Bases de ingeniería para determinar cantidades de obra

Integración del costo directo

Integración del costo indirecto

Integración del costo de comisionamiento y arranque

Integración del costo de home office

Integración de la escalación y gastos financieros



Plan de mitigación de riesgos (BRMF) y determinación de contingencia

Asignaciones de costo (Allowances)

Hoja resumen de estimado

Lista de acciones derivadas de la revisión.

El contenido arriba indicado es el recomendado cuando se integren estimados

El equipo de trabajo provee durante el proceso de elaboración del estimado toda la información necesaria para completar el paquete de revisión, de acuerdo al programa establecido.

El Coordinador de estimados integra toda la información proveniente del equipo de trabajo y mantiene informado al gerente de oferta acerca del avance en su integración y recepción de la información, a fin de asegurar que se concluirá dentro del período planeado.

El coordinador de estimados lleva el control de las revisiones del paquete y se encargará de su emisión y entrega a control de documentos.



Glosario.

Presupuesto as sold

Es el presupuesto de venta establecido de acuerdo a las bases del proyecto original, es decir, es el valor de contrato original como se vendió al cliente, nunca cambiará.

Cambios

Cualquier situación que sea distinta a las bases originales del proyecto y al alcance contractual (alcance de Servicios y Alcance de Instalaciones).

Órdenes de cambio

Son las variaciones al costo y/o programa, resultantes de la modificación del alcance contractual de los trabajos y/o servicios de un proyecto. Éstas serán autorizadas por el cliente y modificarán el precio y el programa contractual del proyecto.

Presupuesto autorizado (as sold + OC autorizadas)

Es el presupuesto obtenido de la suma del presupuesto original (as sold) más todas las órdenes de cambios autorizados (OC) por el cliente a la fecha.

Tendencias

Son los cambios en costo y/o programa resultantes de una : sobre ó sub-estimación de alcance, variaciones de la productividad, etc. y afecta al costo y al resultado.

Presupuesto de control

Es el Presupuesto as sold + órdenes de cambio + tendencias. Son los costos y horas hombre que se definen al inicio de las actividades, es decir, el valor total esperado a gastar del proyecto.

Costos compromiso

Es la obligación legal de pagar por bienes y/o servicios. Se adquiere un "compromiso" cuando se llega a un acuerdo comercial y a un precio con un Proveedor o Subcontratista.

Pronóstico de costos

Es el estimado del costo total esperado al término del proyecto, está en función de varios factores que afectan el costo, tales como : cambios de alcance y tendencias, productividades, variaciones de volúmenes, impactos al "programa" por atrasos, etc.

Avance físico

Es el volumen de obra realizado físicamente en cada una de las actividades en función del volumen planeado (pronóstico) y está representado en porcentaje (%).

Valor ganado

Es el valor alcanzado en los trabajos en base al presupuesto planeado (pronóstico) para esos trabajos :

$$\text{Valor ganado} = \% \text{ de Avance Físico} \times \text{Valor del Presupuesto Pronóstico}$$



Flujo de efectivo

Es el comportamiento del dinero en el tiempo y es la diferencia de los ingresos recibidos menos lo gastado durante la vida del proyecto.

Provisiones

Es una reserva de dinero contable que se asigna a alguna cuenta del WBS para cubrir algún evento conocido (estimación, facturas de proveedores-subcontratistas, costos incurridos por trabajos ejecutados no facturados oportunamente, etc.) que ocurrirá en el futuro y no afectará al resultado del proyecto.

Contingencia

Es la provisión del costo que cubre los riesgos (eventos desconocidos que pudieran ocurrir en el proyecto) asociados con el alcance de trabajo conocido.

Factor de productividad

Es el factor que indica el grado de eficiencia. Es el valor ganado entre el valor gastado actual del proyecto, un valor de **más de 1.0 es bueno** y uno **menor de 1.0 es malo**.

Proforma

Es el estado de resultados del proyecto en el tiempo, donde se muestra su comportamiento en las diferentes categorías de costo. Este reporte está compuesto por el análisis del costo directo, indirecto, estado de resultados y flujo de efectivo del IPCC.

Costo directo

Son los costos que están relacionados directamente con la ejecución del proyecto (alcance de los trabajos), organizados de acuerdo al WBS, catálogo de cuentas del proyecto y categoría de costo (mano de obra, materiales, maquinaria, subcontratos, etc.)

Costo indirecto

Son los costos de sueldos (supervisión y staff) y otros gastos (computadoras, campamentos, comunicaciones, transporte, comedor, gastos de viaje, etc.) que tiene el proyecto.

Estado de resultados

Es la suma de todo el Ingreso, menos la suma de todo el Egreso obteniendo como resultado la Utilidad del proyecto (estado de pérdidas ó ganancias).

Overview

Es un reporte ejecutivo (1 página) donde se muestra un panorama general de costos reales/pronóstico, horas hombre, avance, cambios, etc. en todas las etapas del proyecto. Este reporte incluye el Total del Proyecto y Total del Año en curso.

Alcance. La totalidad de todos los productos y servicios que se proveerán como proyecto.

Base de datos. Colección de datos relacionados entre sí y almacenados en conjunto para servir a una o más aplicaciones.

Contingencia. Reserva de costo creada para cubrir potenciales incrementos de tiempo o



costo, por situaciones inciertas dentro del alcance de un proyecto.

Estándar. Modelo, norma o patrón de referencia.

Estimado. Evaluación cuantitativa más probable.

Estimado de costo. Una compilación de todos los costos de los elementos de un proyecto o trabajo, incluidos dentro de un alcance acordado y relacionado a un plan de ejecución.

Exactitud. Medida de conformidad que refleja la diferencia que existe entre el Estimado de Costo inicial y el costo final de un proyecto, para un alcance igual.

Plan de ejecución. Documento sintetizado o detallado que sirve de guía para la ejecución y control de un proyecto.

Riesgo. Ocurrencia de eventos potenciales que pueden afectar de manera positiva o negativa la ejecución de un proyecto.



V. CONCLUSIONES.

Este trabajo cumple con los objetivos establecidos al adicionar información que no es proporcionada durante el módulo de 9º. Semestre de una manera sencilla. Aplicables para cualquier tipo de proyecto industrial, a cualquier cliente, Es una guía para los Ingenieros químicos que decidan inclinarse por este rama como se ve en los ejemplos plasmados en este trabajo y como deben realizarse.

Dicho de otra manera.

Control de proyectos es una manera de contribuir en el desarrollo de la ejecución de los proyectos de plantas químicas, es hacer la diferencia, es levantar la mano en el momento de detectar alguna desviación ya sea de tiempo y/o de costo, ya que a la postre esto representa por muy pequeño o insignificante que parezca, un incremento o decremento en la utilidad en cumplir o no con el programa y a las fechas contractuales que en su mayoría son penalizables.

Control de proyectos es una área de oportunidad muy grande para los ingenieros químicos ya que por la consistencia misma de la carrera estamos en ventaja sobre las otras profesiones y esto lo debemos aprovechar, tampoco estamos hablando de alguien que controla horas hombre, costo o días, si no que podemos ser parte de la toma de decisiones. Y la ejecución exitosa de los proyectos de Plantas Industriales.

Es claro que esta tesis esta enfocada al "como" se hacen tareas de control de proyectos en cada uno sus ramas ya sea costo, planeación y/o estimados, el conocimiento ya esta aplicado en los softwares utilizados.

La metodología planteada en esta tesis para el control de proyectos industriales, es aplicada para cualquier proyecto independiente del monto contratado, es la tendencia sugerida por el PM, Book, para un mundo globalizado.



VI.-BIBLIOGRAFIA

- 1.-A guide to the project management body of knowledge (PMBOK GUIDE), PMI Standars committee. william R. Duncan, director of standars, project management institute, four campus boulevard, NewTon Square, PA 19073-3299 USA, 2004.**
- 2.JOHANSSON, HENRY J. Reingeniería de procesos de negocios, 1994 Ed. LIMUSA, S.A. DE C.V.**
- 3.-VIJAY K. VERMA, Managing The project team, The human aspect of project management, Vol 3, 1997.**
- 4. -Metodología de proyectos de cooperación al desarrollo, AECI, Madrid 1999.**
- 5.-Project Management. A System approach to planning, scheduling, and controlling, sixth edition, John Wiley & Sons, Inc-.1998 Harold Kerzner, ph. D, division of busines administration, Baldwin-Wallace College. Berea, Ohio.**
- 6. -El ciclo de proyecto de cooperación al desarrollo, la aplicación del marco lógico, Manuel Gómez Galán y Héctor Sainz Ollero CIDEAL, Madrid 1999.**
- 7. -L. Lozano "administración de proyectos" cuaderno de postgrado No.16 Departamento de apoyo a programas de tecnologías Div. De estudios de postgrado INAM, 1985.**
- 8. -Tesis de planeación y administración de un proyecto de una planta de aniquilación. Aida Magdalena Martínez Gallegos, facultad de química de UNAM.**
- 9. -Tesis: Medición y evaluación de proyectos de ingeniería (enfoque de valor ganado) Javier Bello Saucedo. facultad de química, UNAM 2002.**
- 10. - Tesis: Sistema modular automatizado para la estimación de Horas-Hombre y costos de ingeniería para el diseño de plantas de proceso. Arturo Ramos Solano. facultad de química, UNAM 2002.**
- 11. -P. Llano "programación y control de obras – calculo de la inversión y costo de la construcción" Div. De educación continua facultad de ingeniería UNAM, Nov.1980.**
- 12. -Primavera Project Planner Manual Reference Ver. 5.0**
- 13. -Diseño de una base de datos para la generación de reportes y controles en el proyecto de ingeniería de una plataforma de perforación tesis Gustavo Ismael Miranda López ENEP ZARAGOZA 1993.**
- 14.- . <http://www.pmi.org>**